

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Предисловие .....                                                                                  | 4          |
| Благодарность .....                                                                                | 5          |
| Список сокращений и условных обозначений .....                                                     | 6          |
| Краткий словарь электрокардиографических терминов .....                                            | 7          |
| Историческая справка .....                                                                         | 10         |
| <b>ЧАСТЬ I. Электрокардиография.</b>                                                               |            |
| <b>Практическое руководство-справочник для врачей .....</b>                                        | <b>13</b>  |
| <i>Предметный указатель разделов 1–4. ....</i>                                                     | <i>17</i>  |
| Раздел 1. Функции и основы электрофизиологии сердца .....                                          | 19         |
| Раздел 2. Методика регистрации ЭКГ и порядок проведения<br>электрокардиографии .....               | 25         |
| Раздел 3. Формирование элементов нормальной ЭКГ .....                                              | 39         |
| Раздел 4. Параметры нормальной ЭКГ. Позиционные<br>и идиопатические изменения ЭКГ у здоровых ..... | 56         |
| Раздел 5. Диагностика и дифференциальная диагностика<br>ЭКГ-изменений. ....                        | 65         |
| <i>Предметный указатель раздела 5. ....</i>                                                        | <i>67</i>  |
| <b>ЧАСТЬ II. Самоконтроль базовых знаний по расшифровке ЭКГ .....</b>                              |            |
| Раздел 6. Самоконтроль базовых знаний по расшифровке ЭКГ .....                                     | 179        |
| <b>ЧАСТЬ III. Фразеология и стилистика электрокардиографических<br/>заключений .....</b>           |            |
| <i>Предметный указатель разделов 7, 8. ....</i>                                                    | <i>297</i> |
| Раздел 7. Фразеологизмы (шаблоны), рекомендуемые<br>для оформления ЭКГ-заключений .....            | 299        |
| Раздел 8. Стилистика и алгоритмы оформления первичных<br>и повторных ЭКГ-закключений .....         | 305        |
| Раздел 9. Примеры оценок ЭКГ и формулировок ЭКГ-закключений .....                                  | 319        |
| Список использованной и рекомендуемой литературы .....                                             | 350        |
| <b>Приложение. Дополнительная справочная информация по ЭКГ .....</b>                               | <b>353</b> |
| <i>Предметный указатель раздела «Приложение» .....</i>                                             | <i>355</i> |

*Посвящается  
светлой памяти моих учителей,  
докторам медицинских наук, профессорам,  
заслуженным деятелям науки Российской Федерации  
Дамиру Алиму Матвеевичу,  
Померанцеву Владимиру Петровичу*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с процессом реформирования отечественного здравоохранения стала повсеместно проявляться заинтересованность во врачебных кадрах, имеющих не только хорошую профильную подготовку по основному виду врачебной деятельности, но и одновременно достаточно уверенно владеющих базовыми методами функциональной диагностики, в том числе знанием практической электрокардиографии, навыками анализа и клинической оценки ЭКГ, чему, несомненно, будет способствовать настоящий труд. Книга написана в формате электрокардиографического руководства-справочника, состоящего из трех частей.

**В I части книги** с названием «Электрокардиография. Практическое руководство-справочник для врачей» дается краткое классическое описание электрофизиологии сердца, электрокардиографических симптомов и синдромов ЭКГ, общих принципов методологии анализа электрокардиограмм. По сравнению с 2-м изданием данный **раздел книги переработан и дополнен значительным количеством новых иллюстративных материалов.**

**II часть книги** предназначена для самоконтроля базовых знаний по оценке ЭКГ. Включает контрольные вопросы (в двух вариантах), ситуационные задачи и атлас фрагментов ЭКГ. Этот раздел книги позволяет пользователю самостоятельно объективно оценить собственный уровень базовых знаний по анализу и расшифровке ЭКГ, при выявлении пробелов в которых они могут быть оперативно устранены с помощью имеющейся информации **в I части настоящего издания.**

**III часть книги** посвящена вопросам «Фразеологии и стилистики электрокардиографических заключений», в ней читателю широко представлены разнообразные примеры профессионального оформления ЭКГ-заключений.

# **ЧАСТЬ I**

## **ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ**

**Практическое руководство-справочник  
для врачей**



**Разделы**

**1–4**

**Раздел 1. ФУНКЦИИ И ОСНОВЫ  
ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ СЕРДЦА**

**Раздел 2. МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ  
И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**

**Раздел 3. ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ  
НОРМАЛЬНОЙ ЭКГ**

**Раздел 4. ПАРАМЕТРЫ НОРМАЛЬНОЙ ЭКГ.  
ПОЗИЦИОННЫЕ И ИДИОПАТИЧЕСКИЕ  
ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ  
У ЗДОРОВЫХ**

# ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

## Разделы 1–4

| Индекс <sup>1</sup> | Содержание                                                                         | Стр. |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                     | <b>Раздел 1. Функции и основы электрофизиологии сердца</b>                         | 19   |
| 1.1                 | Функции сердца                                                                     | 19   |
| <i>1.1.1</i>        | <i>Функция автоматизма</i>                                                         | 19   |
| <i>1.1.2</i>        | <i>Функция проводимости</i>                                                        | 19   |
| <i>1.1.3</i>        | <i>Функция возбудимости</i>                                                        | 21   |
| <i>1.1.4</i>        | <i>Функция сократимости</i>                                                        | 21   |
| 1.2                 | Основы электрофизиологии сердца                                                    | 22   |
| <i>1.2.1</i>        | <i>Электрограмма одиночного мышечного волокна</i>                                  | 22   |
| <i>1.2.2</i>        | <i>Формирование ЭКГ при распространении волны возбуждения</i>                      | 22   |
|                     | <b>Раздел 2. Методика регистрации ЭКГ и порядок проведения электрокардиографии</b> | 25   |
| 2.1                 | Общие принципы регистрации ЭКГ                                                     | 25   |
| 2.2                 | Стандартные отведения от конечностей (биполярные отведения)                        | 25   |
| 2.3                 | Усиленные отведения от конечностей (униполярные отведения)                         | 26   |
| 2.4                 | Шестиосевая система координат                                                      | 27   |
| 2.5                 | Грудные отведения (униполярные)                                                    | 28   |
| 2.6                 | Дополнительные ЭКГ-отведения                                                       | 29   |
| <i>2.6.1</i>        | <i>Примеры дополнительных грудных отведений</i>                                    | 31   |
| 2.7                 | Отражение на ЭКГ областей левого желудочка                                         | 32   |
| 2.8                 | Порядок проведения электрокардиографии                                             | 32   |
| <i>2.8.1</i>        | <i>Общие положения</i>                                                             | 32   |
| <i>2.8.2</i>        | <i>Порядок подключения проводов к электродам</i>                                   | 33   |
| <i>2.8.3</i>        | <i>Последовательность записи и оформление бланка ЭКГ</i>                           | 33   |
| 2.9                 | Функциональные пробы и дополнительные методы исследования ЭКГ                      | 34   |
| 2.10                | Техногенные причины изменений ЭКГ                                                  | 34   |

<sup>1</sup> Здесь и далее в последующих разделах для оперативного нахождения необходимой информации **слева каждой позиции присвоен индекс**. Его первая цифра — означает номер раздела, вторая — номер пункта данного раздела, третья — номер подпункта (все пункты обозначены обычным шрифтом, подпункты — *выделены курсивом*).

**Пример:**

|              |                            |  |
|--------------|----------------------------|--|
| <i>1.1.1</i> | <i>Функция автоматизма</i> |  |
|--------------|----------------------------|--|

Первая цифра индекса означает — 1-й раздел, вторая — 1-й пункт данного раздела, третья — 1-й подпункт данного пункта. Все выделено курсивом, так как это подпункт.

| Ин-декс <sup>1</sup> | Содержание                                                                                                        | Стр. |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                      | <b>Раздел 3. Формирование элементов нормальной ЭКГ</b>                                                            | 39   |
| 3.1                  | Общая характеристика отдельных элементов ЭКГ<br>(перевод секунд в миллисекунды)                                   | 39   |
| 3.2                  | Принципы формирования зубцов ЭКГ                                                                                  | 40   |
| 3.2.1                | Формирование зубцов <i>P</i>                                                                                      | 41   |
| 3.2.2                | Интервал <i>P–Q(R)</i>                                                                                            | 44   |
| 3.2.3                | Желудочковый комплекс <i>QRST</i>                                                                                 | 44   |
| 3.2.4                | Формирование зубцов <i>Q</i>                                                                                      | 44   |
| 3.2.5                | Формирование зубцов <i>R</i>                                                                                      | 46   |
| 3.2.6                | Интервал внутреннего отклонения ( <i>ИВО</i> )                                                                    | 48   |
| 3.2.7                | Формирование зубцов <i>S</i>                                                                                      | 49   |
| 3.2.8                | Сегмент <i>ST</i>                                                                                                 | 50   |
| 3.2.9                | Формирование зубцов <i>T</i>                                                                                      | 50   |
| 3.2.10               | Интервал <i>Q–T (QRST)</i>                                                                                        | 53   |
|                      | <b>Раздел 4. Параметры нормальной ЭКГ. Позиционные и идиопатические изменения электрокардиограмм у здоровых</b>   | 56   |
| 4.1                  | Зубцы <i>P</i> в норме (табл. 4.1)                                                                                | 56   |
| 4.2                  | Предельная длительность интервала <i>P–Q</i> в зависимости от возраста и ЧСС (табл. 4.2)                          | 56   |
| 4.3                  | Зубцы <i>Q</i> в норме (табл. 4.3)                                                                                | 56   |
| 4.4                  | Допустимые колебания депрессии и элевации сегмента <i>ST</i> в норме (табл. 4.4)                                  | 57   |
| 4.5                  | Зубцы <i>T</i> в норме (табл. 4.5)                                                                                | 58   |
| 4.6                  | Длительность интервала <i>Q–T</i> в норме, в зависимости от ЧСС (табл. 4.6)                                       | 58   |
| 4.7                  | Предельная длительность скорректированного интервала <i>Q–Tс</i> в норме, в зависимости от ЧСС и пола (табл. 4.7) | 59   |
| 4.8                  | Проводимость в норме                                                                                              | 59   |
| 4.9                  | Влияние поворотов сердца вокруг переднезадней оси на конфигурацию комплекса <i>QRS</i>                            | 59   |
| 4.10                 | Повороты сердца вокруг продольной оси                                                                             | 60   |
| 4.11                 | Повороты сердца вокруг поперечной оси (верхушкой вперед или назад)                                                | 62   |
| 4.12                 | Идиопатические изменения ЭКГ у здоровых (табл. 4.8)                                                               | 63   |

# Раздел 1. ФУНКЦИИ И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ СЕРДЦА

## 1.1. Функции сердца

Сердце обладает рядом функциональных свойств, которые обеспечивают выполнение им интегральной насосной функции.

### 1.1.1. Функция автоматизма

**Автоматизм** — способность сердца вырабатывать электрические импульсы без внешнего воздействия. Автоматизмом обладают клетки водителей ритма — **пейсмекеры**.

*Центры автоматизма*

**Центр автоматизма 1-го порядка** (в норме 60–80 имп/мин):

- синоатриальный (синусовый) узел (СА-узел).

**Центры автоматизма 2-го порядка** (в норме 40–60 имп/мин):

- атриовентрикулярное соединение (АВ-соединение);
- проводящая система предсердий и желудочков.

**Центры автоматизма 3-го порядка** (в норме 25–45 имп/мин):

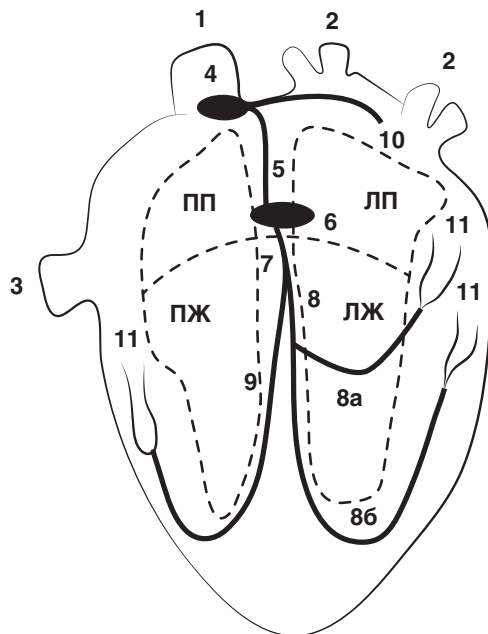
- нижняя часть пучка Гиса (п. Гиса), его ветви;
- волокна Пуркинье.

#### **СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ**

*В норме единственным водителем ритма сердца является СА-узел, он подавляет активность других центров автоматизма. На СА-узел и проводящую систему сердца оказывают влияние симпатическая (увеличивает автоматизм) и парасимпатическая (снижает автоматизм) нервные системы.*

### 1.1.2. Функция проводимости

**Проводимость** — способность волокон проводящей системы сердца (рис. 1.1) и сократительного миокарда к проведению возбуждения в различные отделы сердца, при этом скорость проведения последнего значительно меньше. Последовательность прохождения возбуждения по проводящей системе сердца в норме представлена ниже.



- |                             |                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| 1. Верхняя полая вена       | 8а. Передняя ветвь левой ножки п. Гиса |
| 2. Легочные вены            | 8б. Задняя ветвь левой ножки п. Гиса   |
| 3. Нижняя полая вена        | 9. Правая ножка п. Гиса                |
| 4. Синусовый узел           | 10. Межпредсердный путь                |
| 5. Межузловой путь          | 11. Волокна Пуркинье                   |
| 6. Атриовентрикулярный узел | пп/лп — правое/левое предсердие        |
| 7. Общий ствол п. Гиса      | пж/лж — правый /левый желудочек        |
| 8. Левая ножка п. Гиса      |                                        |

**Рис. 1.1.** Схема проводящей системы сердца

- Сначала возбуждается правое предсердие → затем правое + левое → в конце — только левое (время охвата возбуждением предсердий не более 0,10 с). Вектор возбуждения по предсердиям: **сверху вниз и немного влево**.
- В АВ-узле происходит **физиологическая задержка волны возбуждения** (скорость проведения  $2-5 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ ), что обеспечивает строгую последовательность возбуждений: сначала предсердий, а затем — желудочков. Малая скорость проведения в АВ-узле играет также блокирующую (защитную) роль, так как может пропустить из предсердий в желудочки **не более 180–220 имп/мин**, поэтому при большей частоте сердечного ритма часть импульсов блокируется — **возникает частичная АВ-блокада проведения**.
- Из АВ-узла волна возбуждения переходит на предсердно-желудочковый пучок Гиса, его основные ветви — ножки п. Гиса (скорость

проведения  $100\text{--}150\text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ ), волокна Пуркинье (скорость проведения  $300\text{--}400\text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ ). Большая скорость проведения импульса по желудочкам обеспечивает практически одновременное их возбуждение и эффективный выброс крови.

Для понимания механизма формирования зубцов ЭКГ необходимо помнить последовательность охвата возбуждением желудочков. Волокна Пуркинье располагаются в основном субэндокардиально, поэтому эти отделы возбуждаются раньше, далее волна деполяризации перемещается субэпикардиально.

- Возбуждение охватывает сначала среднюю треть левой части межжелудочковой перегородки, вектор движется слева направо, и возбуждение охватывает ее нижнюю часть.
- Практически одновременно возникает возбуждение — апикальной, передней, задней и боковой стенок правого, а затем и левого желудочка. **Вектор возбуждения направлен сверху вниз и направо.**
- Левый желудочек возбуждается в той же последовательности, что и правый: апикальная, передняя, задняя и боковая стенки. **Вектор возбуждения ориентирован сверху вниз и налево.** Последними деполяризуются базальные отделы левого, правого желудочков и межжелудочковой перегородки. **Вектор направлен вверх и слегка направо.** В норме возбуждение желудочков происходит за  $0,08\text{--}0,10\text{ с}$ .

### 1.1.3. Функция возбудимости

**Возбудимость** — способность проводящей системы сердца и сократительного миокарда возбуждаться под влиянием электрических импульсов. Возбудимость сердца характеризуется возникновением трансмембранного потенциала (электрического тока) с последующим возбуждением сократительного миокарда. Возбудимость миокарда различна в разные фазы формирования трансмембранного потенциала. В начале его формирования (фазы 0, 1-я, 2-я) — **абсолютный рефрактерный период** миокардиального волокна, в конце (фаза 3-я) — **относительный рефрактерный период**, дополнительный сильный стимул, в этой фазе может вызвать повторное возбуждение миокарда. **Полное восстановление возбудимости миокарда возникает во время диастолы (фаза 4-я).**

### 1.1.4. Функция сократимости

**Сократимость** — способность миокарда к сокращению в ответ на его возбуждение.

## 1.2. Основы электрофизиологии сердца

### 1.2.1. Электрограмма (ЭГ) одиночного мышечного волокна

В состоянии покоя вся наружная поверхность клеточной мембраны заряжена (+), разность потенциалов отсутствует, поэтому на электрограмме (АГ) *записывается изолиния*. При возбуждении миокардиального волокна — деполяризованный участок (–), поляризованный (в состоянии покоя) — знак (+), между ними возникает разность потенциалов, на ЭГ появляется *«положительный зубец»*, когда все волокно охвачено возбуждением (–) электродвижущая сила (ЭДС) = 0, на ЭГ *снова появится изолиния*. Процесс реполяризации (+) начинается с места, где начиналась деполяризация (–), в результате снова возникает разность потенциалов — на ЭГ появляется *«отрицательный зубец»*, однако скорость реполяризации меньше скорости деполяризации, поэтому ее продолжительность *больше*, а амплитуда — *меньше*.

#### **СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ**

*На форму зубца ЭГ оказывает влияние не только электрическая активность мышечного волокна, но и место расположения отрицательного (–) и положительного (+) электродов.*

### 1.2.2. Формирование ЭКГ при распространении волны возбуждения

**Диполь** — двойной слой зарядов на границе возбужденной (–) и невозбужденной (+) частей мышечного волокна.

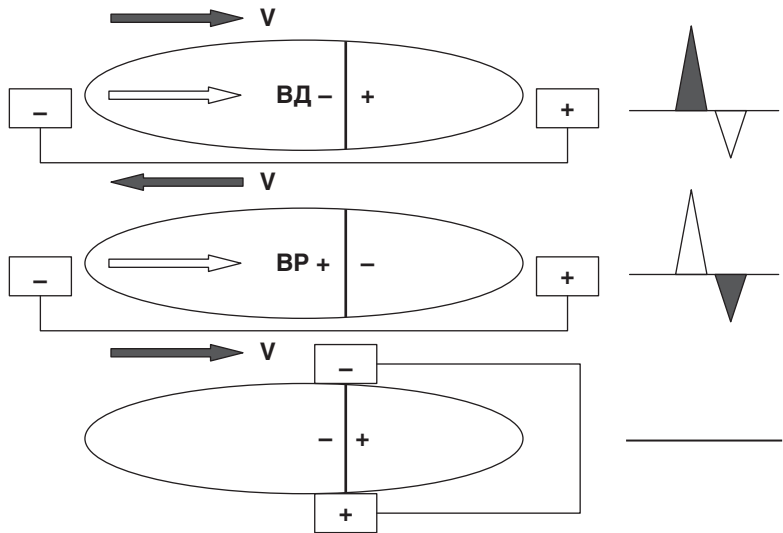
#### **СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ**

*Вектор любого диполя направлен от отрицательного полюса к положительному. Направление движения волны деполяризации по одиночному мышечному волокну совпадает с вектором диполя, а при реполяризации эта направленность обратная (рис. 1.2).*

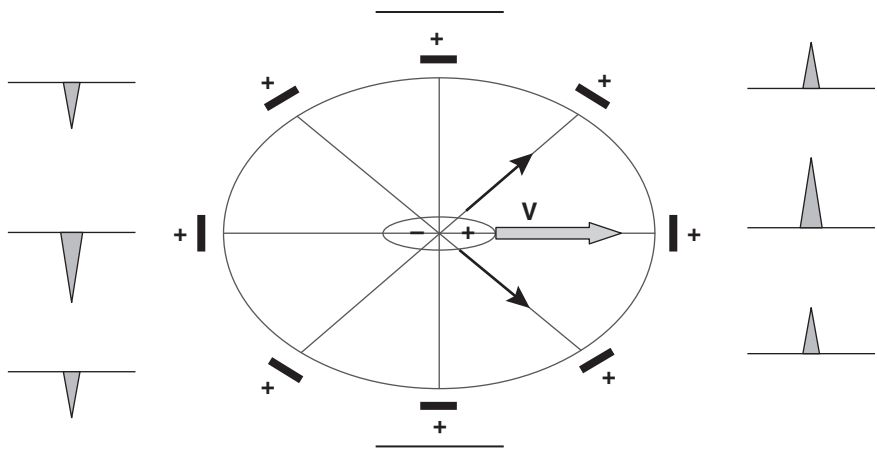
*Если вектор диполя направлен в сторону положительного электрода — формирует положительный зубец ЭГ, в сторону отрицательного электрода — отрицательный зубец ЭГ, перпендикулярно оси отведения — изолиния (рис. 1.2).*

Вокруг источника тока всегда имеется электрическое поле, поэтому ЭДС можно зарегистрировать не только с поверхности диполя, но и на некотором расстоянии от него. Оси отведений могут располагаться параллельно, перпендикулярно и под углом к вектору диполя (рис. 1.3).

Сердце условно можно рассматривать как единый диполь, в окружающем его проводнике (теле), ЭДС которого можно зарегистрировать с помощью электродов на поверхности тела.



**Рис. 1.2.** Направление вектора диполя ( $V$ ), волн деполяризации (ВД) и реполяризации (BP) одиночного мышечного волокна, механизм формирования зубцов ЭГ



**Рис. 1.3.** Зависимость формы ЭГ от расположения положительного (активного) электрода

В процессе возбуждения вектор сердца постоянно меняет свою величину и ориентацию (**образуются суммарные моментные векторы**). Последовательное смещение суммарных моментных векторов описывает **векторную петлю**, из которых складывается **средний результирующий вектор ЭДС сердца**.

**ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ И КОНФИГУРАЦИИ ЭКГ-КОМПЛЕКСОВ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРАВИЛО РАЗЛОЖЕНИЯ ВЕКТОРОВ.**

- Если два вектора однонаправлены и параллельны друг другу, происходит их суммирование, результирующий вектор направлен в ту же сторону.



- Если два вектора разнонаправлены, из большего вектора вычитается меньший.



- Если два вектора направлены под углом друг к другу, то результирующий вектор исходит из угла этих векторов (рис. 1.3).



- На величину зубцов оказывает влияние расстояние от источника ЭДС.
- Моментный вектор — суммарный вектор элементарных сердечных диполей, в разные моменты волны возбуждения сердца.
- Средний результирующий вектор — интегральный вектор ЭДС сердца в течение всего периода возбуждения сердца.

**СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ**

**Характер зубцов QRS в I и III отведениях отражает этапы возбуждения желудочков:**

- межжелудочковой перегородки (зубцы  $qI$  и  $rIII$ );
- преимущественно левого желудочка (регистрируется основной зубец QRS, например R I);
- преимущественно базальных отделов желудочков (зубцы S I, III).

При полном возбуждении желудочков — разность потенциалов отсутствует, на ЭКГ регистрируется изоэлектрическая линия — сегмент RS–T.

**В НОРМЕ**

- Деполяризация происходит от эндокарда к эпикарду.
- Реполяризация происходит от эпикарда к эндокарду.