

Основы электрокардиографии¹

Квантованный учебный текст с заданиями в тестовой форме для студентов 1-го курса по дисциплине «Медицинская биофизика»

Айлаззат Айткенова,
Карагандинский государственный медицинский университет
Кафедра медицинской биофизики и информатики
Ailazzat_aruka@mail.ru

Определение

Электрокардиография — метод графической регистрации изменений во времени биопотенциала сердца, отведённого от поверхности тела. Электрокардиография (ЭКГ) является неинвазивным тестом, проведение которого позволяет получать ценную информацию о состоянии сердца. Суть данного метода состоит в регистрации электрических потенциалов, возникающих во время работы сердца и в их графическом отображении на дисплее или бумаге.

Историческая справка

Родоначальником электрографии часто считают Луиджи Гальвани (1786 г.).

В 1887 г. английский учёный А. Уоллер зарегистрировал электродвижущую силу сердца человека.

Голландский учёный В. Эйнтховен заложил основы современного метода ЭКГ. Он же придумал современное обозначение зубцов ЭКГ и описал некоторые нарушения в работе сердца. В 1926 г. ему присудили **Нобелевскую премию по медицине**.

В России ЭКГ была впервые получена А.Ф. Самойловым (1908 г.). Систематическое наблюдение ЭКГ больных было начато в 1910 г. известным отечественным кардиологом В.Ф. Зелёниным.

Теоретическое обоснование метода

Перечислим основные свойства нормальной сердечной мышцы:

- сократимость (обеспечивает насосную функцию);
- возбудимость;
- проводимость;
- автоматизм (способность генерировать импульс возбуждения);
- лабильность (изменение частоты и силы сокращений);
- рефрактерность (неспособность к возбуждению в определённую часть сердечного цикла);
- гормональная активность (выделение предсердиями натрий — уретиче-

¹ Функциональная диагностика ЭКГ, реография, спирография/М.В. Смирнов, А.М. Старшов — М.: Эксмо, 2008. С. 11–36.

ского пептида при переполнении кровью).

Диагностическое значение электрокардиологического исследования

Биопотенциал сердца непосредственно отражает процессы возбуждения и проведения импульса в миокарде, и косвенно — другие изменения состояния сердечной мышцы. Поэтому наибольшее значение его регистрация имеет для диагностики аритмий и блокад проводящей системы сердца.

Происхождение биопотенциала сердце

В спокойном состоянии клетка миокарда поляризована за счёт разности концентраций ионов калия и натрия (калия в клетке в 30 раз больше, чем снаружи, а натрия, наоборот, в 10 раз меньше). При прохождении импульса возбуждения натрий быстро входит в клетку, потенциал этого участка меняется на противоположенный, образуя диполь — пару разноименных электрических зарядов. Совокупность потенциалов миокардиоцитов образует суммарные диполи предсердий, желудочков и сердца в целом. Их результирующая, называемая электрическим вектором сердца, изменяет силу и направление во время сердечного цикла.

В начале XX века *Эйнтховен* предположил, что сердце является токовым *диполем*, образующим в окружающей его среде электрическое поле (диполь — система, состоящая из двух зарядов, одинаковых по величине, но разных по знаку, находящихся на бесконечно малом расстоянии друг от друга). Диполь образует в окружающей его среде электрическое поле, линии напряженности которого достигают поверхности тела, на которой можно обнаружить точки различного потенциала и по-

строить по ним эквипотенциальные поверхности

Среднее положение сердечного электрического вектора за время активации желудочков называется электрической осью сердца. Различают следующие положения электрической оси сердца:

- Резко отклоненное влево: $\alpha > +120^\circ$
- Отклоненное влево: $+90^\circ < \alpha < +120^\circ$
- Вертикальное: $+70^\circ < \alpha < +90^\circ$
- Нормальное: $+40^\circ < \alpha < +70^\circ$
- Горизонтальное: $0^\circ < \alpha < +40^\circ$
- Отклоненное вправо: $-30^\circ < \alpha < 0^\circ$
- Резко отклоненное вправо: $-30^\circ > \alpha$

Элементы электрокардиограммы

На электрокардиографической кривой выделяют зубцы, сегменты, и интервалы. Длительность сегментов отсчитывается от конца предыдущего зубца до начала следующего. Интервалы включают в себя один или несколько зубцов и сегментов. Зубцы обозначаются буквами латинского алфавита от P до U.

Зубец P — отражает процесс *деполяризации обоих предсердий*. Зародившись в *СА-узле*, импульс по *межузловым* проводящим трактам и *межпредсердному пучку*, практически одновременно возбуждает правое и левое предсердия. Предсердия возбуждаются практически одновременно, в результате чего на ЭКГ формируется лишь один зубец.

Сегмент P-Q(R) — время от *конца деполяризации предсердий*, до начала деполяризации желудочков. Импульс далее по **межузловым** проводящим трактам направляется к *атриовентрикулярному узлу (АВ-узлу)*. В АВ-узле происходит физиологическая *задержка волны возбуждения*, вследствие падения скорости проведения импульса (если по предсердиям импульс распространяется со скоростью 30–80 см/с, то в АВ-узле тормозится вплоть до 2–5 см/с). Задержка возбуждения в АВ-узле способствует тому, что желудочки начинают возбуждаться

только после окончания полноценного сокращения предсердий.

Интервал P-Q(R) — время от начала деполяризации предсердий, до начала деполяризации желудочков (характеризует *скорость предсердной проводимости* импульса).

Зубец Q. Далее от АВ-узла импульс начинает проходить по проводящей *системе Гиса*, начинается возбуждение желудочков. Первой возбуждается верхняя треть межжелудочковой перегородки.

Зубцы R и S характеризуют возбуждение верхушки сердца (Зубцы Q и S — всегда отрицательные, зубец R — всегда положительный).

Комплекс QRS — время от начала зубца Q до конца зубца S, харак-

теризует время *деполяризации желудочков*.

Сегмент ST — характеризует время полного охвата желудочков возбуждением после возбуждения верхушки сердца. Как правило, лежит на изолинии.

Интервал Q-T — электрическая систола сердца.

Зубец T характеризует реполяризацию желудочков.

Комплекс T-P. Как правило, лежит на изолинии и отражает электрическую диастолу сердца.

Интервал R-R — характеризует время одного полного кардиоцикла, или время одного сердечного сокращения.

Задания

Вашему вниманию предлагаются задания, в которых может быть один, два, три и большее число правильных ответов. Нажимайте на клавиши с номерами всех правильных ответов:

1. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ — ЭТО

- 1) биопотенциалы, снимаемые с сердца
- 2) временная зависимость силы тока в разных отведениях
- 3) зависимость от времени электрической активности сердца
- 4) временная зависимость разности потенциалы в отведениях
- 5) временная зависимость сопротивления в разных отведениях
- 6) временная зависимость величины электрического момента сердца

2. УЧЁНЫЙ, КОТОРЫЙ ЗАЛОЖИЛ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО МЕТОДА ЭКГ

- 1) Уоллер
- 2) Вильсон
- 3) Гальвани
- 4) Самойлов
- 5) Эйнтховен
- 6) Зелёнин
- 7) Гольдбергер

3. ВОЗБУЖДЕНИЕ МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ НА ЭКГ СООТВЕТСТВУЕТ

- 1) зубцу Q
- 2) зубцу P
- 3) зубцу R
- 4) зубцу S
- 5) зубцу T
- 6) зубцу U
- 7) зубцу G

4. АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНАЯ ЗАДЕРЖКА ИМПУЛЬСА НА ЭКГ СООТВЕТСТВУЕТ

- 1) зубцу P
- 2) зубцу T
- 3) сегменту ST
- 4) сегменту PQ
- 5) интервалу QT
- 6) комплексу QRS
- 7) интервалу PQ(R)

5. РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ НА ЭКГ СООТВЕТСТВУЕТ

- 1) зубцу T
- 2) зубцу P
- 3) сегменту ST
- 4) сегменту PQ
- 5) интервалу QT
- 6) интервалу PQ
- 7) комплексу QRS

6. НА ЭКГ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЮ ЖЕЛУДОЧКОВ

- 1) зубец T
- 2) зубец P
- 3) сегмент ST
- 4) сегмент PQ
- 5) интервал QT
- 6) интервал PQ
- 7) комплекс QRS

7. НА ЭКГ ХАРАКТЕРИЗУЮЩИ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЮ ПРЕДСЕРДИИ

- 1) зубец T
- 2) зубец P
- 3) сегмент ST
- 4) сегмент PQ
- 5) интервал QT
- 6) интервал PQ
- 7) комплекс QRS

8. СЕГМЕНТ ST ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПОКАЗЫВАЕТ

- 1) сокращению предсердий
- 2) реполяризацию предсердий
- 3) реполяризацию желудочков
- 4) деполяризацию предсердий
- 5) деполяризацию желудочков
- 6) задержку волны возбуждения
- 7) полный охват желудочков возбуждением

9. РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) сагиттальной линией
- 2) электрической линией
- 3) биаурикулярной линией
- 4) изоэлектрической линией
- 5) электрической осью сердца
- 6) линией нулевого потенциала

10. ТОКОВЫМ ДИПОЛЕМ НАЗЫВАЕТСЯ СИСТЕМА СОСТОЯЩАЯ ИЗ

- 1) истока и стока тока I
- 2) двух равных по величине зарядов
- 3) нескольких электрических зарядов
- 4) двух равных противоположных по знаку зарядов
- 5) двух одинаковых по величине одноименных зарядов
- 6) двух одинаковых по величине разноименных зарядов

НАХОДЯЩИХСЯ В

- 1) диэлектрике
- 2) проводящей среде

11. НА ДИПОЛЬ В ОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ДЕЙСТВУЕТ

- 1) сила, стремящаяся втянуть диполь в поле
- 2) пара сил, выталкивающая диполь из электрического поля
- 3) сила, перемещающая диполь вдоль линий напряженности
- 4) сила, перемещающая диполь перпендикулярно линиям напряженности

КОТОРАЯ ЗАВИСИТ ОТ

- 1) тангенса угла между диполем
- 2) линиями напряженности поля
- 3) величины напряженности поля
- 4) косинуса угла между плечем диполя
- 5) дипольного момента, ориентации диполя
- 6) разности потенциалов между зарядами диполя

В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭТОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДИПОЛЬ

- 1) поворачивается перпендикулярно линиям напряженности поля
- 2) начинает колебаться с частотой, зависящей от напряженности поля
- 3) поворачивается и ориентируется вдоль линий напряженности поля

12. ПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСИ СЕРДЦА СЧИТАЕТСЯ ОТКЛОНЕННЫМ ВЛЕВО, ЕСЛИ УГОЛ АЛЬФА РАСПОЛОЖЕН

- 1) от 30° до 0° ?
- 2) от 0° до 40° ?
- 3) больше 30° ?
- 4) от 40° до 70° ?
- 5) от 70° до 90° ?
- 6) от 90° до 119° ?
- 7) от 90° до 180° ?

13. ВЕРТИКАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСИ СЕРДЦА

- 1) $-30^\circ < \alpha$
- 2) $\alpha > +120^\circ$
- 3) $-30^\circ < \alpha < 0^\circ$
- 4) $0^\circ < \alpha < +40^\circ$
- 5) $+40^\circ < \alpha < +70^\circ$
- 6) $+70^\circ < \alpha < +90^\circ$
- 7) $90^\circ < \alpha < +120^\circ$

14. ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ ИМПУЛЬСОМ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ, В НОРМЕ ПРОИСХОДИТ

- 1) активация левого желудочка
- 2) активация левого предсердия
- 3) активация правого желудочка
- 4) активация правого предсердия
- 5) атриовентрикулярная задержка
- 6) активация межжелудочковой перегородки

15. ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ ИМПУЛЬСОМ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЯ, В НОРМЕ ПРОИСХОДИТ

- 1) активация левого желудочка
- 2) активация левого предсердия
- 3) активация правого желудочка
- 4) активация правого предсердия
- 5) атриовентрикулярная задержка
- 6) активация межжелудочковой перегородки