

№ОРД-СМП-19
№ОРД-ТЕР-20



ФГБОУ ВО «СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ВНУТРЕННИХ БОЛЕЗНЕЙ №5

**Пособие для самоподготовки
клинических ординаторов и слушателей
системы послевузовского образования,
обучающихся по специальности
«Терапия» «Скорая медицинская
помощь» «Общая врачебная практика»
на тему:**

"Нормальная электрокардиограмма"

Утверждено ЦКУМС СОГМА (протокол №1 от 28.08.2020 г.)

Методическое пособие предназначено для самостоятельной подготовки к практическому занятию интернов, клинических ординаторов и слушателей.

Продолжительность занятия: 180 мин.

Место проведения занятия: учебная комната, терапевтическое отделение, кабинет функциональной диагностики.

Мотивация. Современная функциональная диагностика располагает самыми различными инструментальными методами исследования. Некоторые из них доступны только узкому кругу специалистов. Самым распространенным и доступным методом исследования является электрокардиография, используемая в основном в кардиологии. Однако она с успехом применяется и при исследовании больных с заболеваниями легких, почек, печени, эндокринных желез, системы крови, а также в педиатрии, гериатрии, онкологии, спортивной медицине и т. д. Ежегодно в России производят десятки миллионов электрокардиографических исследований. Этот метод в настоящее время стал достоянием широкого круга врачей — не только специалистов, занимающихся функциональной диагностикой, но и кардиологов, терапевтов, педиатров, спортивных врачей, физиологов и т. д.

Практическому врачу приходится сталкиваться с различной патологией, нашедшей отражение на электрокардиограмме. В связи с этим необходимо дальнейшее углубление и совершенствование знаний и навыков анализа ЭКГ.

Порядок самостоятельной работы интерна (клинического ординатора, слушателя) по самоподготовке к практическому занятию:

1. Ознакомление с целью, содержанием практического занятия и целевыми знаниями и умениями, необходимыми для усвоения по данной теме.
2. Проверка и восстановление исходного уровня знаний.
3. Теоретическое освоение ООД (ориентировочной основы деятельности).
4. Проверка усвоения знаний и умений для решения клинических задач.
5. Подготовка неясных вопросов и положений для выяснения их на практическом занятии.

Задание 1.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ЦЕЛЯМИ И СОДЕРЖАНИЕМ ЗАНЯТИЯ

Цель занятия:

1. изучить электрофизиологические основы сердечной деятельности,
2. приобрести знания и навыки регистрации ЭКГ,
3. научиться расшифровывать анализ нормальной ЭКГ в общепринятых и дополнительных отведениях;
4. изучить мембранную теорию возникновения биопотенциалов и основные функции сердца;
5. освоить формирование ЭКГ при распространении волны возбуждения в одиночном мышечном волокне и в целом миокарде;
6. освоить формирование классических и дополнительных ЭКГ – отведений;
7. понять методику расчета основных элементов нормальной ЭКГ;
8. освоить методы определения электрической оси сердца (графический и визуальные)

Оснащение занятия:

Технические средства:

1. мультимедийный аппарат;
2. электрокардиограф;
3. ЭКГ – линейки;
4. Доска, мел.

Демонстрационный материал:

1. Учебные (ксерокопированные) и обычные нормальные ЭКГ пленки для проведения расчета основных элементов ЭКГ;
2. слайды;
таблицы

План и организационная структура занятия:

№ п/п	Этапы занятия	Время (мин)
1.	Организационные мероприятия. Вступительное слово преподавателя	5
2.	Контроль исходного уровня знаний	15
3.	Обсуждение учебных вопросов по теме занятия	50
4.	В зависимости от темы занятия: •Освоение техники и регистрации ЭКГ. •Практическая работа с ЭКГ кривыми. •Расчет основных элементов ЭКГ (зубцов, интервалов и сегментов). •Анализ нормальных ЭКГ, записанных в общепринятых и дополнительных отведениях (V 7-9, по НЭБУ, Клейтену, Лиану и др.) •Методика расчета электрической оси сердца графическим и визуальным методами. Определение угла альфа.	45
5.	Контроль конечного уровня	15
6.	Подведение итогов, задание на дом	3

В соответствии с государственным стандартом послевузовской профессиональной подготовки специалистов с высшим медицинским образованием по специальности

<u>обучающийся должен знать:</u> 1. Электрофизиологические основы ЭКГ. 2. Нормальная ЭКГ. Основные и дополнительные отведения. Предсердный и желудочковый комплекс. 3. Варианты нормальной ЭКГ. Положение ЭОС. <u>обучающийся должен уметь:</u> 1. Определять сердечный ритм, вольтаж зубцов и положение электрической оси сердца.	<u>Литература:</u> 1. Азбука ЭКГ, Зудбинов Юрий Иванович, Москва, 2003 г. 2. ЭКГ. Руководство по электрокардиографии. Орлов В.Н., Медицинское информационное агентство (МИА), 2012 г. 3. Электрокардиография, Мурашко В.В., Струтынский А.В., Медицинская литература 2007 г. 4. Основы ЭКГ (электрокардиографии), Джон Хэмптон, Медицинская литература, 2007 г.
--	--

Задание 2.

Для того чтобы овладеть умениями и навыками, приведенными выше, Вы должны воспроизвести и при необходимости восстановить Ваши знания, касающиеся данной темы.

В процессе самоподготовки обратите внимание на следующие контрольные вопросы:

1. Мембранная теория возникновения биопотенциалов. Изменения трансмембранного потенциала.
2. Как заряжена наружная поверхность клеточной мембраны:
а) невозбужденной мышечной клетки? б) клетки, находящейся в состоянии деполяризации? в) клетки, находящейся в состоянии реполяризации?
3. Основные функции сердца.
4. Понятие о векторе. Правило сложения векторов.
5. Формирование ЭКГ при распространении волны возбуждения в одиночном мышечном волокне.
6. Формирование ЭКГ при распространении волны возбуждения в целом миокарде.
7. Какой отдел проводящей системы сердца в норме является водителем ритма?
8. Какое максимальное число импульсов в минуту из предсердий к желудочкам может в норме пропустить АВ—узел без развития атриовентрикулярной блокады проведения?

9. Как распространяется волна деполяризации в толще миокарда желудочков: от эпикарда к эндокарду или от эндокарда к эпикарду?
10. Что такое электрокардиограмма?
11. Каким фазам распространения возбуждения по одиночному мышечному волокну соответствуют следующие зубцы и сегменты ЭКГ:
а) зубец R; б) сегмент RS—T; в) зубец T?
12. Чем определяется амплитуда и форма электрокардиографических комплексов в различных электрокардиографических отведениях?
13. При каком попарном подключении электродов, расположенных на конечностях, образуются I, II и III стандартные отведения?
14. Назовите маркировку (цвет) проводов, которые подключают к электродам, расположенным на конечностях.
15. Как образуются усиленные однополюсные отведения от конечностей?
16. Как образуются грудные однополюсные отведения?
17. Каковы диагностические возможности дополнительных грудных отведений V_7 — V_9 ?
18. Перечислите приемы, которые используют при наложении электрокардиографических электродов для уменьшения количества наводных токов и улучшения качества записи ЭКГ.
19. Что называется электрической осью сердца?
20. Что называют углом α ?
21. Какие различают положения электрической оси сердца?
22. Для какой цели используется регистрация калибровочного контрольного милливольта?

**Соответствуют ли Ваши знания необходимым требованиям,
Вы можете проверить по следующим контрольным тестовым заданиям:**

1. Внутренняя сторона клеточной мембраны миоцита в состоянии покоя заряжена:

1. Отрицательно.
2. Положительно.
3. Заряд равен 0.
4. Возможны все три варианта.

2. Внутри миоцита в состоянии покоя концентрация ионов калия:

1. Больше, чем во внеклеточной жидкости.
2. Меньше, чем во внеклеточной жидкости.
3. Такая же, как во внеклеточной жидкости.

3. Внутри миоцита в состоянии покоя концентрация ионов натрия:

1. Больше, чем во внеклеточной жидкости.
2. Меньше, чем во внеклеточной жидкости.
3. Такая же, как во внеклеточной жидкости.

4. 2-я фаза потенциала действия клеток миокарда преимущественно обусловлена:

1. Быстрым входом ионов натрия внутрь клетки.
2. Выходом ионов хлора из клетки.
3. Входом ионов кальция внутрь клетки.
4. Входом ионов калия.
5. Правильного ответа нет.

5. Деполяризация в миокарде желудочков в норме направлена:

1. От эндокарда к эпикарду.
2. От эпикарда к эндокарду.
3. Возможны оба варианта.

6. Направление реполяризации в желудочках в норме:

1. От эпикарда к эндокарду.
2. От эндокарда к эпикарду.

3. Возможны оба варианта.

7. Амплитуда зубца Р во II отведении в норме составляет:

1. Менее 2,0 мм.
2. До 2,5 мм.
3. До 3,5 мм.
4. До 4,0 мм.

8. Продолжительность зубца Р в норме составляет:

1. 0,02 сек.
2. До 0,10 сек.
3. До 0,12 сек.
4. До 0,13 сек.

9. Продолжительность интервала PQ у взрослых в норме составляет:

1. 0,08-0,12 сек.
2. 0,14-0,20 сек.
3. 0,22-0,24 сек.
4. 0,26-0,48 сек.

10. Угол между осями стандартных (I, II, III) отведений ЭКГ составляет:

1. 15 градусов.
2. 30 градусов.
3. 60 градусов.
4. 90 градусов.

11. Сегмент Р-Р отражает проведение импульса:

1. По предсердиям и АВ-узлу.
2. По АВ-узлу.
3. По АВ-узлу и системе Гиса-Пуркинье.
4. По системе Гиса-Пуркинье и миокарду желудочков.

12. Ось отведения aVF перпендикулярна оси:

1. I отведения.
2. II отведения.
3. III отведения.
4. Отведения aVL.

13. Ось отведения aVL перпендикулярна оси:

1. I отведения.
2. II отведения.
3. III отведения.
4. Отведения aVR.

14. Ось отведения aVR перпендикулярна оси:

1. I отведения.
2. II отведения.
3. III отведения.
4. Отведения aVF.

15. Двухфазный зубец Р чаще всего регистрируется в норме:

1. В отведении aVF.
2. В отведении III.
3. В отведении V1.
4. В отведении aVR.

16. Если в I отведении амплитуда $R=S$, а в aVF амплитуда R наибольшая, угол альфа равен:

1. +90 градусов.
2. 0 градусов.
3. +30 градусов.
4. -90 градусов.

17. Если в отведении aVF амплитуда $R=S$, а в I отведении амплитуда R наибольшая, угол альфа равен:

1. +90 градусов.
2. 0 градусов.
3. +30 градусов.
4. -90 градусов.

18. Если в отведении aVL амплитуда R наибольшая, а во II отведении амплитуда $R=S$, угол альфа равен:

1. 0 градусов.
2. +90 градусов.
3. -30 градусов.
4. -60 градусов.

19. Если в отведениях aVL $R=S$, а во II отведении зубец R наибольший, угол альфа равен:

1. +30 градусов.
2. +60 градусов.
3. +90 градусов.
4. 0 градусов.

20. Если в отведении aVR $R=S$, а амплитуда R в III отведении наибольшая, угол альфа равен:

1. 0 градусов.
2. -30 градусов.
3. -60 градусов.
4. -90 градусов.
- 5 - Правильного ответа нет.

21. Нормальный зубец Q в левых отведениях (aVL, V4-6) отражает деполяризацию:

1. Передней стенки правого желудочка.
2. Передней стенки левого желудочка.
3. Межжелудочковой перегородки.
4. Базальных отделов желудочков.
5. Верхушки сердца.

22. Высота зубца P в норме не превышает:

1. 0,5 мм.
2. 1,0 мм.
3. 1,5 мм.
4. 2,0 мм.
5. 2,5 мм.

23. При горизонтальном положении электрической оси угол альфа равен:

1. От 0 градусов до +39 градусов.
2. От +40 градусов до +69 градусов.
3. От +70 градусов до +90 градусов.
4. От 0 градусов до -30 градусов.
5. От +91 градусов до +120 градусов.

24. При вертикальном положении электрической оси угол альфа равен:

1. От 0 градусов до +39 градусов.

2. От +40 градусов до +69 градусов.
3. От +70 градусов до +90 градусов.
4. От +91 градусов до +120 градусов.
5. Более +120 градусов.

25. Деполяризация желудочков начинается с:

1. Правой части межжелудочковой перегородки.
- 2.левой части межжелудочковой перегородки.
3. Базальной части левого желудочка.
4. Верхушки сердца.

26. AV соединение:

1. Осуществляет задержку проведения импульса из предсердий к желудочкам.
2. Является центром автоматизма II порядка.
3. Является центром автоматизма III порядка.
4. Правильные ответы 1 и 2.
5. Правильного ответа нет.

27. Для зубца Q в норме не характерна:

1. Амплитуда, равная 1/3 амплитуды зубца R в III стандартном отведении.
2. Ширина 0,03 сек. в отведении aVL.
3. Амплитуда, равная 15% от зубца R в отведении V2.

28. Продолжительность интервала PQ при увеличении ЧСС в норме:

1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Обычно не меняется.

29. Отрицательная фаза зубца R в отведении V1 обусловлена:

1. Возбуждением правого предсердия.
2. Возбуждением левого предсердия.
3. Проведением импульса по пучку Бахмана.

30. Стандартными отведениями ЭКГ называют:

1. Отведения от конечностей.
2. Двухполюсные отведения от конечностей.
3. Однополюсные отведения от конечностей.
4. Грудные отведения.
5. Все перечисленное.

31. Вектор электродвижущих сил сердца всегда направлен:

1. От минуса к плюсу.
2. От плюса к минусу.
3. Возможно любое направление вектора.

32. Направление вектора деполяризации:

1. Совпадает с направлением деполяризации.
2. Прямо противоположно направлению деполяризации.
3. Перпендикулярно направлению деполяризации.
4. Возможны любые варианты.
5. Правильного ответа нет.

33. Начальный вектор деполяризации направлен:

1. Вправо-вперед.
2. Влево-вперед.
3. Вправо-назад.

4. Влево-назад.

34. Направление вектора реполяризации:

1. Совпадает с направлением реполяризации.
2. Прямо противоположно направлению реполяризации.
3. Перпендикулярно направлению реполяризации.
4. Возможны любые варианты.

35. Вектор реполяризации направлен:

1. От минуса к плюсу.
2. От плюса к минусу.
3. Возможно любое направление вектора.

36. Реполяризация миокарда желудочков в норме начинается:

1. У эндокарда.
2. У эпикарда.
3. В интрамуральных слоях миокарда.
4. Одновременно во всех слоях миокарда.

37. В шестиосевой системе отведений (Бейли) ось I отведения расположена:

1. Горизонтально.
2. Вертикально.
3. Под углом +30 градусов.
4. Под углом -30 градусов.
5. Под углом +60 градусов.

38. В шестиосевой системе отведений (Бейли) ось отведения aVL расположена:

1. Горизонтально.
2. Вертикально.
3. Под углом +30 градусов.
4. Под углом -30 градусов.
5. Под углом +60 градусов.

39. В шестиосевой системе отведений (Бейли) ось II отведения расположена:

1. Под углом -30 градусов.
2. Под углом +30 градусов.
3. Под углом +60 градусов.
4. Под углом -60 градусов.

40. В шестиосевой системе отведений (Бейли) ось отведения aVF расположена:

1. Горизонтально.
2. Вертикально.
3. Под углом -30 градусов.
4. Под углом +60 градусов.
5. Под углом +120 градусов.

41. В шестиосевой системе отведений (Бейли) ось III отведения расположена:

1. Под углом +30 градусов.
2. Вертикально.
3. Под углом -30 градусов.
4. Под углом +60 градусов.
5. Под углом +120 градусов.

42. В шестиосевой системе отведений (Бейли) ось отведения aVR расположена:

1. Под углом 30 градусов.
2. Под углом -150 градусов.

3. Под углом +210 градусов.
4. Правильно 1 и 2.
5. Правильно 2 и 3.

43. При горизонтальном положении электрической оси сердца максимальный зубец R регистрируется:

1. В отведении aVL.
2. В I отведении.
3. Во II отведении.
4. В III отведении.
5. В отведении aVR.

44. Деполяризация желудочков начинается:

1. С левой стороны межжелудочковой перегородки.
2. С правой стороны межжелудочковой перегородки.
3. С передней стенки левого желудочка.
4. С передней стенки правого желудочка..
5. Одновременно во всех отделах желудочков.

45. При нормальном положении электрической оси сердца максимальный зубец R регистрируется:

1. В отведении aVL.
2. В I отведении.
3. Во II отведении.
4. В III отведении.
5. В отведении aVF.

46. При вертикальном положении электрической оси сердца максимальный зубец R регистрируется:

1. В отведении aVL.
2. В отведении aVF.
3. В отведении aVR.
4. В I отведении.
5. В II отведении.

47. При отклонении электрической оси сердца вправо максимальный зубец R регистрируется:

1. В отведении I.
2. В отведении aVF.
3. Во II отведении.
4. В III отведении.
5. В отведении aVR.

48. Максимальный зубец R в отведении aVL, равнофазный комплекс QRS ($R=S$) в отведении aVR. В этом случае:

1. Угол альфа -30 градусов.
2. Угол альфа -60 градусов.
3. Угол альфа +30 градусов.
4. Угол альфа +60 градусов.
5. Угол альфа -90 градусов.

49. Максимальный зубец R в отведении aVR, равнофазный комплекс QRS ($R=S$) в отведении aVL. В этом случае:

1. Угол альфа -30 градусов.
2. Угол альфа -90 градусов.
3. Угол альфа +120 градусов.
4. Угол альфа -120 градусов.
5. Угол альфа +210 градусов.

50. Максимальный зубец R в отведении aVR, равнофазный комплекс QRS (R=S) в отведении aVF. В этом случае:

1. Угол альфа +210 градусов.
2. Угол альфа +180 градусов.
3. Угол альфа +120 градусов.
4. Угол альфа -90 градусов.
5. Угол альфа 0 градусов.

51. Максимальный зубец R в III отведении, равнофазный комплекс QRS (R=S) в отведении II. В этом случае:

1. Угол альфа +120 градусов.
2. Угол альфа +150 градусов.
3. Угол альфа +90 градусов.
4. Угол альфа -30 градусов.
5. Угол альфа -90 градусов.

52. Максимальные зубцы R в отведениях aVL и aVR, в I отведении равнофазный комплекс QRS. В этом случае:

1. Угол альфа -30 градусов.
2. Угол альфа -60 градусов.
3. Угол альфа -90 градусов.
4. Угол альфа +60 градусов.
5. Угол альфа +90 градусов.

53. Максимальные зубцы R в отведениях I и II, равнофазный комплекс QRS - в III отведении. В этом случае:

1. Угол альфа 0 градусов.
2. Угол альфа -30 градусов.
3. Угол альфа +30 градусов.
4. Угол альфа +60 градусов.
5. Угол альфа +90 градусов.

54. В отведении V1:

1. Первая фаза зубца R положительна, вторая отрицательна.
2. В норме зубец R положительный.
3. В норме зубец R отрицательный.
4. В норме может быть любая из перечисленных конфигураций зубца R.

55. При скорости движения бумаги 50 мм/с продолжительность I мм:

1. Равна 0,01 с.
2. Равна 0,02 с.
3. Равна 0,03 с.
4. Равна 0,04 с.
5. Равна 0,05 с.

ОТВЕТЫ:

1. 1	12. 1	23. 1	34. 2	45. 3
2. 1	13. 2	24. 3	35. 1	46. 2
3. 2	14. 3	25. 2	36. 2	47. 4
4. 2	15. 3	26. 1	37. 1	48. 2
5. 1	16. 1	27. 3	38. 4	49. 5
6. 1	17. 2	28. 2	39. 3	50. 2
7. 2	18. 3	29. 2	40. 2	51. 2
8. 2	19. 2	30. 2	41. 5	52. 3
9. 2	20. 5	31. 1	42. 1	53. 3
10. 3	21. 3	32. 1	43. 2	54. 4
11. 1	22. 5	33. 1	44. 1	55. 2

Задание 3.

Разберите основные положения по теме: «Нормальная ЭКГ».

История электрокардиографии.

История кардиографии и ЭКГ начинается со знаменитого опыта Гальвани, установившего в 1786 году наличие электрических явлений в организме животного, возникающих при мышечном движении.

Гельмгольц в 1854 году показал, что каждая точка мышцы в момент своего возбуждения заряжается электроотрицательно относительно к участкам мышцы, находящихся в покое. Таким образом, впереди волны сокращения распространяется электроотрицательная волна.

Уоллер в 1875 год впервые зарегистрировал токи действия обнаженных сердец животных, а затем (1887г) и сердце человека. В отличие от электрограммы сердца, полученной непосредственной с обнаженного сердца животных, электрограмму, полученную с поверхности тела человека стали называть ЭКГ. Она в тот время имела всего 3 зубца, напоминающие Р, R и Т современной ЭКГ. Уоллер пришел к выводу, что верхушка сердца во время систолы положительно заряжена, а основание – отрицательно. Линия, соединяющая эти два полюса, была названа им электрической осью сердца.

Крупным событием в истории ЭКГ было применение сконструированного голландским ученым Эйнтховеном струйного гальванометра (1903г). ЭКГ уже состояла из 5 зубцов и напоминала современную запись.

Эйнтховеном был разработан классический метод отведений токов действия сердца от конечностей, который до сих пор применяется в клинической практике (система треугольника).

Совместно с сотрудниками Фаром и Ваартом предложил метод определения направления ЭОС. Им же было установлено математическое взаимодействие зубцов ЭКГ в трех классических отведениях.

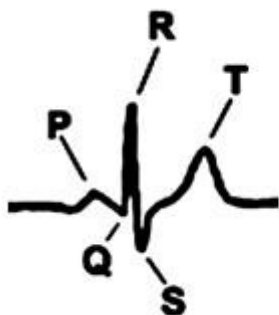
Впервые теорию об ЭКГ как следствии интерференции суммарных токов действия правого и левого желудочков разработал основоположник отечественной клинической электрокардиографии В.Ф.Зеленин (1910г), задолго до Льюиса, блестяще подтвердившего ее экспериментально.

Льюис (1916г) экспериментально установил последовательность и время распространения возбуждения в различных отделах миокарда желудочков. Впервые введено понятие об электрическом векторе сердца.

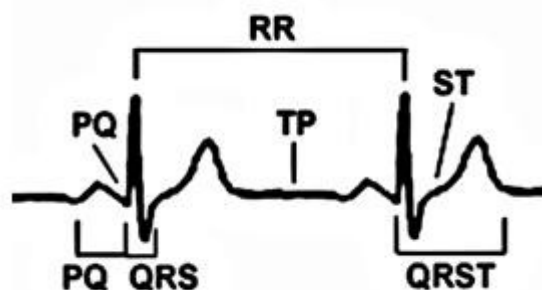
В 1942 году Гольдберг предложил усиленные однополюсные отведения:

avR, avL, avF – augmented – увеличение, v – вольтаж.

СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НОРМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ



Зубцы ЭКГ.



Сегменты и интервалы ЭКГ.

К составным элементам ЭКГ относятся: зубцы, интервалы, сегменты, комплексы. Они отражают процессы распространения возбуждения по различным отделам миокарда и его угасание.

Зубцы ЭКГ – это значимое отклонение кривой ЭКГ вверх или вниз от изоэлектрической линии. Зубцы обозначаются буквами латинского алфавита. Их названия: P, Q, R, S, T, U. Самый высокий из них – зубец R, самый низкий – зубец S.

Форма, величина и направление зубцов ЭКГ в разных отведениях определяются величиной и направлением проекции суммарного вектора ЭДС отделов миокарда на ось того или иного отведения.

Если вектор ЭДС направлен в сторону положительного (активного) электрода и проецируется на положительную часть оси отведения, регистрируются положительные зубцы (зубцы, направленные вверх). Всегда положителен зубец R, преимущественно положительные зубцы P, T.

Если вектор ЭДС направлен в сторону отрицательного электрода и проецируется на отрицательную часть оси отведения, регистрируются отрицательные зубцы (зубцы, направленные вниз). Всегда отрицательны зубцы Q, S.

Если вектор ЭДС перпендикулярен к оси отведения, зубцы на ЭКГ не регистрируются.

Если в течение распространения возбуждения по какому-то отделу миокарда вектор меняет свое направление по отношению к полюсам электродов, регистрируется двухфазный зубец. Двухфазными могут быть зубцы P и T в некоторых отведениях.

Интервалы ЭКГ – это временные элементы, обозначаемые двумя буквами соответственно зубцам, между которыми они регистрируются. К интервалам ЭКГ относятся:

PQ – от начала зубца P до начала зубца Q (R).

QRS – от начала зубца Q (R) до конца зубца S (R).

QRST – от начала зубца Q (R) до конца зубца T.

RR – между вершинами зубцов R в соседних сердечных циклах.

Изолиния регистрируется на ЭКГ, если разность потенциалов между возбужденным и невозбужденным участками миокарда равна «0» или очень мала (например, предсердия возбуждены полностью, а желудочки только в начальной фазе возбуждения; желудочки возбуждены полностью, а угасание возбуждения еще не началось или находится в начальной фазе), или, если сердце находится в состоянии покоя (диастола).

Сегменты ЭКГ – это отрезки кривой ЭКГ, находящиеся на уровне изоэлектрической линии или близко к ней. Обозначаются двумя буквами, соответственно зубцам, между которыми они регистрируются. К сегментам ЭКГ относятся:

PQ – от конца зубца P до начала зубца Q (R) (не путать с интервалом PQ !!).

ST – от конца зубца S (R) до начала зубца T.

TP – от конца зубца T до начала зубца P следующего сердечного цикла.

Комплексы ЭКГ – это сложные элементы ЭКГ, включающие от одного до нескольких зубцов, интервалы, сегменты. Обозначаются соответственно зубцам, которые в них входят. К комплексам ЭКГ относятся следующие.

Зубец P (предсердный комплекс) – отражает процесс возбуждения предсердий.

Комплекс QRS (начальная часть желудочкового комплекса) – отражает процесс возбуждения желудочков. Включает от 1 до 3 зубцов.

Комплекс QRST (желудочковый комплекс) – отражает процесс возбуждения и угасания возбуждения желудочков (электрическая систола желудочков). Состоит из комплекса QRS, сегмента ST и зубца T.

Зубец P ЭКГ (предсердный комплекс) отражает внутрипредсердную проводимость и процесс деполяризации (охват возбуждением) предсердий. Начальная, восходящая часть (до вершины) отражает возбуждение правого предсердия; вершина и часть нисходящей кривой отражает возбуждение и правого, и левого предсердий; конечная часть – только левого предсердия. Фаза реполяризации предсердий (предсердный зубец T) на ЭКГ не регистрируется, т.к. сливается с комплексом QRS.

Сегмент PQ отражает распространение возбуждения по АВ-соединению, по пучку Гиса и его разветвлениям. Величина разности потенциалов при этом очень мала, поэтому на ЭКГ регистрируется изоэлектрическая линия.

Интервал PQ отражает процесс деполяризации (охват возбуждением) предсердий и распространение возбуждения по атрио-вентрикулярному соединению, пучку Гиса и его разветвлениям с задержкой волны возбуждения в АВ-узле и АВ-соединении.

Комплекс QRS (начальная часть желудочкового комплекса) отражает внутрижелудочковую проводимость и охват возбуждением желудочков (деполяризация желудочков).

Наличие 3-х зубцов, имеющих различное направление, в желудочковом комплексе QRS определяется последовательной сменой 3-х фаз распространения возбуждения по желудочкам и изменением ориентации 3-х главных суммарных моментных векторов. Это в свою очередь приводит к изменению величины и направления проекции главных векторов на оси отведений, что отражается регистрацией последовательных зубцов QRS желудочкового комплекса.

Зубец Q соответствует первому начальному главному вектору. Он отражает деполяризацию межжелудочковой перегородки, начиная со средней ее трети и субэндокардиальной части верхушки правого желудочка. Начальный моментный вектор ориентирован слева направо и несколько вверх, он малой величины и в большинстве отведений проецируется на отрицательные части осей отведений, поэтому на ЭКГ регистрируется непостоянный небольшой отрицательный зубец Q.

Зубец R соответствует среднему главному моментному вектору. Он отражает распространение возбуждения по миокарду правого и левого желудочков, кроме базальных отделов.

Средний главный моментный желудочковый вектор ориентирован справа налево и вниз, в сторону левого желудочка. Он большой величины и проецируется на положительные части осей большинства отведений, поэтому на ЭКГ регистрируются высокие положительные зубцы R.

Зубец S соответствует конечному главному моментному вектору. Он отражает деполяризацию базальных (верхних) отделов межжелудочковой перегородки и желудочков. Ориентация конечного вектора подвержена колебаниям. Чаще он ориентирован вверх, вправо и назад и проецируется на отрицательную часть большинства осей отведений. Поэтому на ЭКГ регистрируется непостоянный переменный отрицательный зубец S.

Интервал QRS отражает продолжительность проведения возбуждения по миокарду желудочков.

Интервал внутреннего отклонения – это время, соответствующее периоду от начала возбуждения желудочка до момента охвата возбуждением максимального количества его мышечных волокон. Показатель даёт представление о продолжительности активации правого (V_1) и левого (V_6) желудочков.

Сегмент ST отражает период полного охвата возбуждением обоих желудочков, когда разность потенциалов отсутствует, и период начальной, ранней реполяризации, когда возникающая ЭДС очень мала. Поэтому допускается небольшое смещение сегмента ST от изоэлектрической линии.

Зубец T отражает процесс быстрой конечной реполяризации миокарда желудочков.

Зубец U регистрируется редко, окончательно его происхождение не выяснено. Предполагается, что он отражает реполяризацию волокон проводящей системы сердца. Чаще регистрируется в V_2 , V_3 , реже в V_4 - V_6 .

Интервал QRST отражает продолжительность электрической систолы желудочков.

Сегмент TP соответствует фазе диастолы, когда восстанавливается поляризация мембраны клеток миокарда, последние находятся в невозбужденном состоянии (состояние покоя), разность потенциалов отсутствует. На ЭКГ регистрируется изоэлектрическая линия.

Интервал RR отражает продолжительность сердечного цикла и включает продолжительность предсердного (зубец P) и желудочкового (QRST) комплексов, сегмента PQ и электрической диастолы сердца (сегмент TP). Строго говоря, продолжительность сердечного цикла отражает интервал PP, который измеряется от начала зубца P одного сердечного цикла до начала зубца P следующего за ним цикла. Однако, на практике принято измерять интервал RR, который соответствует интервалу PP.

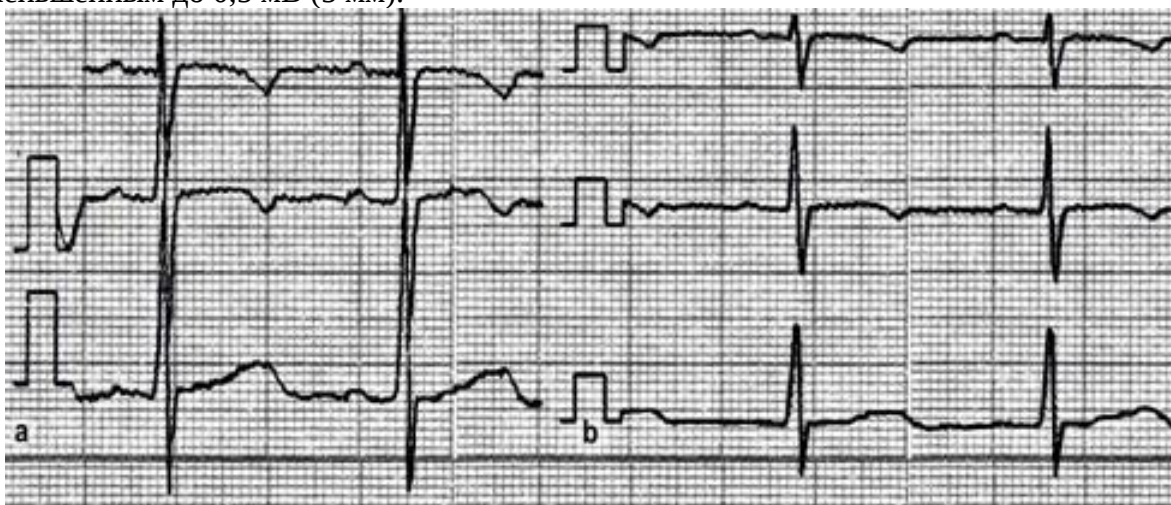
АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

1. Оценка техники записи ЭКГ

1.1. Скорость движения ленты. Большинство современных электрокардиографов могут регистрировать ЭКГ с различной скоростью движения ленты: 12,5, 25, 50, 75 и 100 мм/с. При большой скорости (>50 мм/сек) ЭКГ выглядит растянутой с закруглёнными вершинами зубцов, при медленной – наоборот, наблюдается сближение заострённых зубцов ЭКГ, а амплитуда их кажется увеличенной. Как правило, при записи ЭКГ используют скорость 50 и 25 мм/с. Первая используется наиболее часто в повседневной практике, а вторая необходима при регистрации ЭКГ на длинную ленту при выявлении и анализе аритмий или при длительном ЭКГ-наблюдении. Скорость движения регистрируется на ленте ниже записи электрокардиограммы. При скорости 50 мм/с цена деления в 1 мм на ленте соответствует временному отрезку 0,02 с, при скорости 25 мм/с – 0,04 с.

1.2. Помехи при регистрации ЭКГ (наводные токи, дрейф изолинии из-за плохого контакта электродов с кожей и др.). Если помехи значительны, ЭКГ следует переснять.

1.3. Проверка контрольного милливольт. Для стандартизации зубцов ЭКГ ориентиром является контрольный милливольт – амплитуда калибровочного сигнала. При записи ЭКГ стандартное напряжение на входе составляет 1 милливольт (1 мВ), что соответствует отклонению осциллографа в 10 мм. Контрольный милливольт регистрируется на ленте после или перед записью ЭКГ, либо ниже ЭКГ записывается цифрами. При многоканальной записи ЭКГ одновременно регистрируется в нескольких отведениях. Нередко возникает ситуация, когда зубцы S и R в соседних отведениях наслаиваются друг на друга, тогда ЭКГ регистрируют с напряжением, уменьшенным до 0,5 мВ (5 мм).



Вид ЭКГ при разной величине контрольного милливольт

а) 10 мм/мВ

б) 5 мм/мВ

2. Измерение элементов ЭКГ

Постоянная скорость движения ленты и миллиметровая сетка на бумаге позволяют измерить продолжительность интервалов и амплитуду зубцов ЭКГ.

2.1. Определение продолжительности зубцов, интервалов, комплексов ЭКГ. Продолжительность измеряется на уровне изоэлектрической линии в том отведении от конечностей, в котором чётко выражены зубцы, являющиеся границами элементов (чаще всего во II стандартном), и выражается в секундах. Для этого необходимо количество миллиметровых клеточек умножить на 0,02 с при скорости движения ленты 50 мм/с или на 0,04 с - при скорости 25 мм/с.

2.2. Определение амплитуды (высоты, глубины) зубцов ЭКГ. Амплитуда зубцов – рас-

стояние в мм от вершины зубца до изоэлектрической линии.

2.3. Определение вольтажа ЭКГ. Так как наиболее высокими зубцами ЭКГ являются зубцы комплекса QRS, то именно на их амплитуду ориентируются, определяя вольтаж ЭКГ. При оценке вольтажа важно помнить о проверке контрольного милливольт (см. п. 1.2.). Измеряют амплитуду комплекса QRS от вершины зубца R до вершины зубца S в стандартных и грудных отведениях (оценку вольтажа см. в п. 6.3.5.).

3. Анализ сердечного ритма

Анализ сердечного ритма предусматривает:

- определение регулярности сердечных сокращений,
- определение водителя ритма,
- подсчёт частоты сердечных сокращений.

3.1. Определение регулярности сердечного ритма.

Регулярность сердечного ритма оценивается при сравнении продолжительности интервалов RR (PP) между последовательными сердечными циклами. Если они близки (в пределах $\pm 10\%$ от средней продолжительности RR), сердечный ритм считается правильным (регулярным). В противном случае ритм считается неправильным (нерегулярным) и следует идентифицировать аритмию.

3.2. Определение водителя ритма.

Для определения водителя ритма на ЭКГ необходимо оценить последовательность возбуждения отделов сердца: при синусовом номотопном ритме возбуждение предсердий предшествует возбуждению желудочков, поэтому в большинстве отведений (особенно в I, II, aVF, V₄-V₆) зубцы P положительные и регистрируются перед каждым комплексом QRS. Кроме того, зубцы P имеют нормальную форму и ширину, и располагаются на одинаковом расстоянии от комплекса QRS (постоянный интервал PQ) в одном и том же отведении. При отсутствии этих признаков диагностируются различные варианты несинусового ритма: предсердный, желудочковый ритмы, ритм из AV-соединения и др. (эктопические, гетеротопные ритмы).

3.3. Подсчёт частоты сердечных сокращений.

При правильном ритме проводится подсчёт продолжительности одного сердечного цикла (интервал RR в с), а далее выясняют, сколько таких циклов укладывается в 1 минуту (60 с), т.е. ЧСС = 60/ RR. Или можно воспользоваться специальной таблицей (таблица 1 приложений), в которой каждому значению RR (в с) соответствует заранее вычисленная ЧСС. Можно подсчитать и приблизительно: 600 разделить на количество больших клеток (5 мм) между RR. В случае небольшой синусовой аритмии подсчитывают среднюю цифру ЧСС по продолжительности нескольких (от 5 до 10) сердечных циклов. При выраженной синусовой аритмии определяют максимальную и минимальную ЧСС по продолжительности наибольшего и наименьшего RR. В заключении указывается два показателя ЧСС. При неправильном ритме в одном из отведений (чаще во II стандартном) ЭКГ записывают на длинную ленту. Подсчитывают число комплексов QRS, зарегистрированных за 3 с (15 см бумажной ленты при скорости 50 мм/с), и полученный результат умножается на 20.

3.4. Оценка частоты сердечных сокращений. При оценке ЧСС ориентируются на средневозрастной показатель и допустимые отклонения от него. В таблице 2 приложений приведены усреднённые показатели ЧСС по данным различных авторов. Если ЧСС выходит за пределы допустимых отклонений, говорят о тахикардии (учащение ЧСС) или брадикардии (урежение ЧСС). Возможна и более приблизительная эмпирическая оценка: допустимые отклонения составляют $\pm 20\%$ от средневозрастной нормы.

4. Анализ и оценка проводимости

Для определения проводимости измеряют:

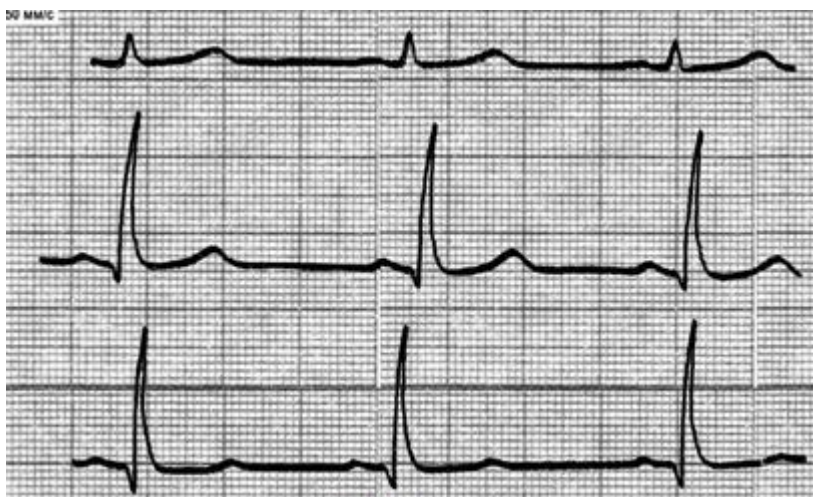
- продолжительность зубца P – проводимость по предсердиям;
- продолжительность интервала PQ – проводимость по предсердиям, AV-соединению и пучку

Гиса;

- продолжительность комплекса QRS – проводимость по желудочкам;

В таблице 3 приложений приведены показатели продолжительности зубца Р, интервала PQ и комплекса QRS в зависимости от возраста. Увеличение продолжительности перечисленных элементов ЭКГ указывает на замедление, а уменьшение – на ускорение проведения импульсов в соответствующем отделе проводящей системы сердца.

Для закрепления прочитанного материала выполните следующее задание: На приведённой ЭКГ определить водитель ритма, подсчитать и оценить ЧСС, рассчитать продолжительность и амплитуду зубцов.



5. Определение положения электрической оси сердца

Электрическая ось сердца – это главное направление среднего результирующего вектора деполяризации желудочков (вектора QRS). Она определяется положением сердца в грудной полости. Т.к. сердце является трёхмерным органом, вектор QRS может быть спроецирован на фронтальную, горизонтальную и сагиттальную плоскости тела. В этих плоскостях могут происходить повороты сердца вокруг условных передне-задней (фронтальная плоскость), продольной (горизонтальная) и поперечной (сагиттальная плоскость) осей.

Повороты сердца вокруг осей характеризуются определёнными диагностическими признаками на ЭКГ. Для определения поворотов необходимо проанализировать величину и направление зубцов комплекса QRS в различных отведениях, т.к. последние отражают проекцию вектора QRS на оси этих отведений. Умение распознавать на ЭКГ повороты сердца вокруг осей, которые чаще всего происходят в нескольких плоскостях одновременно, важно для понимания и оценки расположения сердца в норме и, особенно, при патологии.

В обычной практике чаще ограничиваются определением поворотов сердца вокруг передне-задней оси во фронтальной плоскости, проходящей через 3 точки отведений от конечностей. Проекцию суммарного вектора QRS на фронтальную плоскость и называют средней электрической осью сердца или просто электрической осью сердца (ЭОС).

Переднезадняя ось сердца проходит спереди назад через центр массы сердца перпендикулярно к фронтальной плоскости. Поворот против часовой стрелки приводит сердце в горизонтальное положение (смещение ЭОС влево), а поворот по часовой стрелке – в вертикальное (смещение ЭОС вправо).

По предложению Эйнтховена ЭОС определяется в градусах и количественно выражается углом α , который образован электрической осью сердца и осью I отведения или тождественной последней горизонтальной линией, проведённой через электрический центр сердца. Чтобы получить величину угла α , следует описать окружность через вершины треугольника Эйнтховена с центром, совпадающим с электрическим центром сердца, или воспользоваться 6-и осевой схемой Бейли. Отчёт градусов условно принято начинать с правой стороны окружности от точки

пересечения с горизонтальной линией, проведённой через электрический центр сердца, и делящей круг на нижнюю (положительную) и верхнюю (отрицательную) части. Отсчёт градусов в нижней половине идёт по часовой стрелке, начиная с 0° и до $+180^\circ$; в верхней половине – против часовой стрелки, начиная с 0° и до -180° . Размещая электрический вектор в различных секторах окружности, можно определить величину угла α .

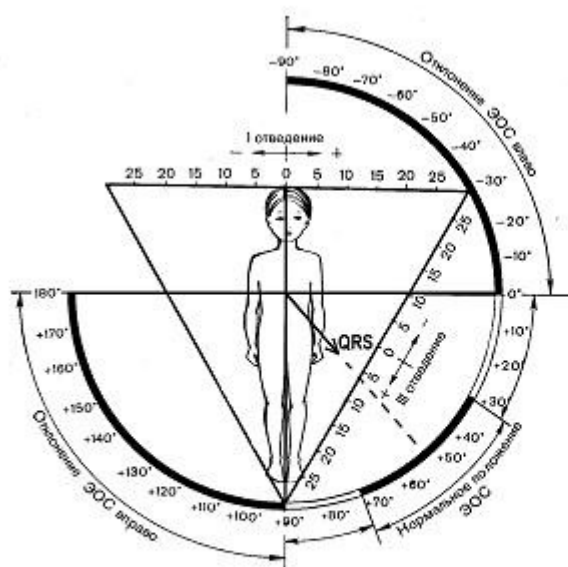


Рис. 9.

Схема для определения положения ЭОС
(показано положение ЭОС с углом $\alpha = +50^\circ$).

Различают 5 вариантов положения ЭОС:

1. Нормальное (нормограмма) – угол α от 30° до 70° ;
2. Вертикальное – угол α от 70° до 90° ;
3. Горизонтальное – угол α от 30° до 0° ;
4. Отклонение ЭОС вправо (правограмма) – угол α от 90° до $+180^\circ$;
5. Отклонение ЭОС влево (левограмма) – угол α от 0° до -90° ;

В норме у здоровых людей ЭОС ориентирована сверху вниз, справа налево чаще под углом $\alpha = 30^\circ - 70^\circ$ с допустимыми отклонениями к вертикальному положению у астеников или горизонтальному – у тучных людей и гиперстеников. Таким образом, у здоровых людей угол α колеблется от 0° до 90° , располагаясь в левом нижнем квадранте окружности. ЭОС приблизительно соответствует ориентации анатомической оси сердца. У детей направление ЭОС изменяется с возрастом ребёнка (см. раздел «Особенности ЭКГ у детей»). Для определения положения ЭОС нужно сопоставить и проанализировать соотношение и направление зубцов комплекса QRS в отведениях от конечностей (для приблизительной оценки достаточно только стандартных отведений).

При проекции ЭОС на положительную часть оси отведения, в этом отведении в комплексе QRS преобладает зубец R ($R > S$). При проекции ЭОС на отрицательную часть оси отведения в комплексе QRS преобладает зубец S ($S > R$).

Если ЭОС расположена параллельно оси данного отведения, то в этом отведении регистрируется зубец R или S наибольшей амплитуды. Если ЭОС располагается перпендикулярно оси данного отведения, то в этом отведении записывается изолиния или $R = S$.

Если доминирующим зубцом в комплексе QRS является зубец R, комплекс считается положительным (общая направленность комплекса QRS вверх «+»); если зубец S (Q) – комплекс считается отрицательным (общая направленность вниз «-»).

Способы определения положения ЭОС.

1. Визуальные.
2. Графические – с использованием различных систем координат (треугольник Эйнтховена, 6-осевая схема Бейли, схема Дьеда).
3. По таблицам или диаграммам.

Визуальное определение положения ЭОС – используют для приблизительной оценки.

1 способ. Оценка по 3 стандартным отведениям.

Для определения положения ЭОС обращают внимание на выраженность амплитуды зубцов R и соотношение зубцов R и S в стандартных отведениях.

Положение ЭОС	Преобладание зубца R	Направление комплекса QRS	
		I отведение	III отведение
Нормограмма	$R_{II} > R_I > R_{III}$	QRS «+»	QRS «+»
Отклонение вправо	$R_{III} > R_{II} > R_I$	QRS «-», $S_I > R_I$	QRS «+»
Отклонение влево	$R_I > R_{II} > R_{III}$	QRS «+»	QRS «-», $S_{III} > R_{III}$

Примечание: если записать стандартные отведения арабскими цифрами (R_1, R_2, R_3), то легко запомнить порядковый номер цифр по величине зубца R в этих отведениях: нормограмма – 213, правограмма – 321, левограмма – 123.

2 способ. Оценка с использованием 6-ти отведений от конечностей.

Для определения положения ЭОС вначале ориентируются по трём стандартным отведениям, а затем обращают внимание на равенство зубцов R и S в стандартных и усиленных.

ЭОС (угол α)	Равенство зубцов R и S
0°	$R_{aVF} = S_{aVF}$
30°	$R_{III} = S_{III}$
60°	$R_{aVL} = S_{aVL}$
90°	$R_I = S_I$

3 способ. Оценка с использованием 6-ти осевой системы Бейли (отведения от конечностей).

Этот способ дает более точную оценку. Для определения положения ЭОС надо совершить последовательные шаги.

Шаг 1. Найти отведение, в котором алгебраическая сумма амплитуд зубцов комплекса QRS приближается к 0 ($R=S$ или $R=Q+S$). Ось этого отведения приблизительно перпендикулярна осевой ЭОС.

Шаг 2. Найти одно-два отведения, в которых алгебраическая сумма зубцов комплекса QRS имеет положительное максимальное значение. Оси этих отведений приблизительно совпадают с направлением ЭОС.

Шаг 3. Сопоставить результаты первого и второго шагов, сделать окончательный вывод. Зная, под каким углом располагаются оси отведений, определить угол α .

Для определения угла α графическим методом или по таблицам Р.Я.Письменного необходимо вычислить алгебраическую сумму амплитуд зубцов комплекса QRS последовательно в I, а затем в III стандартных отведениях. Для получения алгебраической суммы зубцов комплекса QRS в каком-либо отведении надо из амплитуды зубца R вычесть амплитуду отрицательных зубцов, т.е. S и Q. Если доминирующим зубцом комплекса QRS является R, то алгебраическая сумма зубцов будет положительной, а если S или Q – отрицательной.

Полученные величины откладывают на оси соответствующих отведений и графически определяют угол α в любой из перечисленных систем координат. Или, используя те же данные, угол α определяют по таблицам Р.Я.Письменного (см. таблицы 5, 6, 7 приложения, там же – правила пользования таблицами).

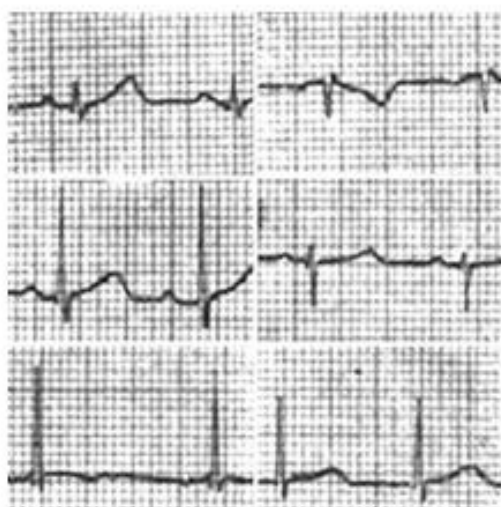
Задание: на ЭКГ самостоятельно рассчитайте угол α и определите положение ЭОС перечисленными способами.



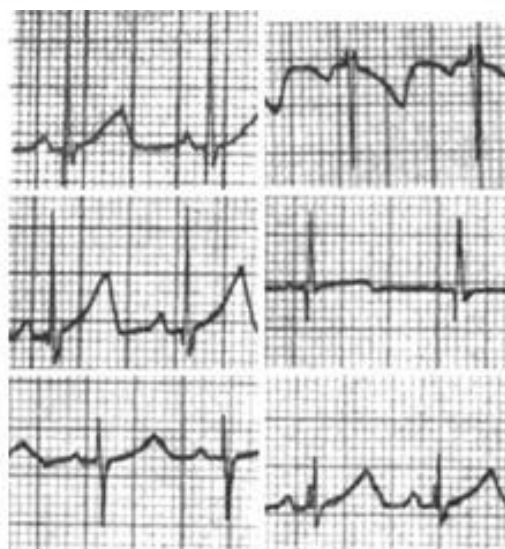
Нормограмма.

Правограмма.

Левограмма.



Вертикальное положение ЗОС.



Горизонтальное положение ЗОС.

6. Анализ зубцов, интервалов, комплексов ЭКГ

6.1. Зубец Р. Анализ зубца Р предусматривает определение его амплитуды, ширины (продолжительности), формы, направления и степени выраженности в различных отведениях.

6.1.1. Определение амплитуды зубца Р и её оценка. Зубец Р небольшой величины от 0,5 до 2,5 мм. Его амплитуду следует определять в отведении, где он наиболее чётко выражен (чаще всего в I и II стандартных отведениях).

6.1.2. Определение продолжительности зубца Р и её оценка. Зубец Р измеряют от начала зубца Р до его конца. Нормативные показатели для оценки приведены в таблице 3 приложения.

6.1.3. Степень выраженности и направление зубца Р зависят от величины и направленности электрической оси вектора Р, возникающего при возбуждении предсердий. Поэтому в различных отведениях меняются величина и направление зубца Р от хорошо выраженного положительного до сглаженного, двухфазного или отрицательного. Зубец Р более выражен в отведениях от конечностей и слабо – в грудных. В большинстве отведений преобладает положительный зубец Р (I, II, aVF, V₂-V₆), т.к. вектор Р проецируется на положительные части большинства отведений (но не всех!). Всегда отрицательный зубец Р в отведении aVR. В отведениях III, aVL,

V₁ может быть слабо положительным или двухфазным, а в III, aVL иногда может быть и отрицательным.

6.1.4. Форма зубца Р должна быть ровная, закруглённая, куполообразная. Иногда может отмечаться небольшая зазубренность на вершине вследствие неодновременного охвата возбуждением правого и левого предсердий (не больше 0,02-0,03 с).

6.2. Интервал PQ. Интервал PQ измеряют от начала зубца Р до начала зубца Q (R). Для измерения выбирают то отведение от конечностей, где хорошо выражен зубец Р и комплекс QRS, и в котором продолжительность этого интервала наибольшая (обычно II стандартное отведение). В грудных отведениях продолжительность интервала PQ может отличаться от его длительности в отведениях от конечностей на 0,04 с или даже больше. Его продолжительность зависит от возраста и ЧСС. Чем меньше возраст ребёнка и больше ЧСС, тем короче интервал PQ. Нормативные показатели для оценки приведены в таблице 3 приложения.

6.3. Комплекс QRS – начальная часть желудочкового комплекса.

6.3.1. Обозначение зубцов комплекса QRS в зависимости от их амплитуды. Если амплитуда зубцов R и S больше 5 мм, а Q – больше 3 мм, их обозначают заглавными буквами латинского алфавита Q, R, S; если меньше – то строчными буквами q, r, s.

6.3.2. Обозначение зубцов комплекса QRS при наличии в комплексе нескольких зубцов R или S. Если в комплексе QRS несколько зубцов R, их обозначают соответственно R, R', R'' (r, r', r''), если несколько зубцов S, то – S, S', S'' (s, s', s''). Последовательность зубцов следующая – отрицательный зубец, предшествующий первому зубцу R, обозначается буквой Q (q), а отрицательный зубец, следующий сразу за зубцом R и перед зубцом R' – буквой S (s).

6.3.3. Количество зубцов комплекса QRS в различных отведениях. Комплекс QRS может быть представлен тремя зубцами – QRS, двумя – QR, RS, либо одним зубцом – R или комплексом QS. Это зависит от положения (ориентации) вектора QRS по отношению к оси того или иного отведения. Если вектор перпендикулярен к оси отведения, то 1 или даже 2 зубца комплекса могут не регистрироваться.

6.3.4. Измерение продолжительности комплекса QRS и её оценка. Продолжительность комплекса QRS (ширину) измеряют от начала зубца Q (R) до конца зубца S (R). Лучше всего измерять продолжительность в стандартных отведениях (чаще во II), при этом учитывают наибольшую ширину комплекса. С возрастом ширина комплекса QRS увеличивается. Нормативные показатели для оценки приведены в таблице 3 приложения.

6.3.5. Амплитуда комплекса QRS (вольтаж ЭКГ) значительно варьирует. В грудных отведениях она, обычно, больше, чем в стандартных. Амплитуда комплекса QRS измеряется от вершины зубца R до вершины зубца S. В норме, по крайней мере в одном из стандартных или усиленных отведений от конечностей, она должна превышать 5 мм, а в грудных отведениях – 8 мм. Если амплитуда комплекса QRS меньше названных цифр или сумма амплитуд зубцов R в трёх стандартных отведениях меньше 15 мм, то вольтаж ЭКГ считается сниженным. Повышением вольтажа считается превышение максимально допустимой амплитуды комплекса QRS (в отведении от конечностей – 20-22 мм, в грудных – 25 мм). Однако следует учитывать, что термины «снижение» и «повышение» вольтажа зубцов ЭКГ не отличаются точностью принятых критериев, т.к. отсутствуют нормативы амплитуды зубцов в зависимости от типа телосложения и разной толщины грудной клетки. Поэтому важна не столько абсолютная величина зубцов комплекса QRS, сколько их соотношение по амплитудным показателям.

6.3.6. Сопоставление амплитуд и зубцов R и S в разных отведениях важно для определения - направления ЭОС (угол α в градусах) – см. раздел 5;

- переходной зоны. Так называется грудное отведение, в котором амплитуда зубцов R и S приблизительно одинакова. При переходе от правых к левым грудным отведениям постепенно увеличивается соотношение зубцов R/S, т.к. нарастает высота зубцов R и уменьшается глубина зубцов S. Положение переходной зоны меняется с возрастом. У здоровых детей (кроме детей 1 года жизни) и взрослых она чаще регистрируется в отведении V_3 (V_2 - V_4). Анализ комплекса QRS и переходной зоны позволяет оценить доминирование электрической активности правого или левого желудочков и повороты сердца вокруг продольной оси по или против часовой стрелки. Локализация переходной зоны в V_2 - V_3 свидетельствует о доминировании левого желудочка;
- поворотов сердца вокруг осей (переднезадней, продольной и поперечной).

6.4. Зубец Q. Анализ зубца Q предусматривает определение его глубины, продолжительности, степени выраженности в различных отведениях, сравнение по амплитуде с зубцом R.

6.4.1. Глубина и ширина зубца Q. Чаще зубец Q имеет малую величину (до 3 мм, типа q) и ширину 0,02-0,03 с. В отведении aVR может регистрироваться глубокий (до 8 мм) и широкий зубец Q, типа Qr или QS. Исключением также является Q_{III} , который может быть глубиной до 4-7 мм у здоровых лиц.

6.4.2. Степень выраженности зубца Q в различных отведениях. Зубец Q – самый непостоянный зубец ЭКГ, поэтому в части отведений может не регистрироваться. Чаще он определяется в отведениях от конечностей, более выражен в I, II, aVL, aVF и, особенно, в aVR, а также в левых грудных (V_4 - V_6). В правых грудных, особенно в отведениях V_1 и V_2 , как правило, не регистрируется.

6.4.3. Соотношение амплитуды зубцов Q и R. Во всех отведениях, где регистрируется зубец Q (кроме aVR), его глубина не должна превышать $\frac{1}{4}$ амплитуды следующего за ним зубца R. Исключение составляет отведение aVR, в котором глубокий зубец Q значительно превышает амплитуду зубца r.

6.5. Зубец R. Анализ зубца R предусматривает определение степени выраженности в разных отведениях, амплитуды, формы, интервала внутреннего отклонения, сопоставление с зубцом S (иногда с Q) в разных отведениях.

6.5.1. Степень выраженности зубца R в разных отведениях. Зубец R – самый высокий зубец ЭКГ. Наиболее высокие зубцы R регистрируются в грудных отведениях, несколько менее высокие – в стандартных. Степень его выраженности в разных отведениях определяется положением ЭОС.

- При нормальном положении ЭОС во всех отведениях от конечностей (кроме aVR) регистрируются высокие зубцы R с максимумом во II стандартном отведении (при этом $R_{II} > R_I > R_{III}$). В грудных отведениях (кроме V_1) также регистрируются высокие зубцы R с максимумом в V_4 . При этом амплитуда зубцов R нарастает слева направо: от V_2 к V_4 , далее от V_4 к V_6 – снижается, но зубцы R в левых грудных отведениях выше, чем в правых. И только в двух отведениях (aVR и V_1) зубцы R имеют минимальную амплитуду или вообще не регистрируются и тогда комплекс имеет вид QS.
- При вертикальном положении ЭОС самый высокий зубец R регистрируется в отведении aVF, несколько меньше зубцы R в III и II стандартных отведениях (при этом $R_{III} > R_{II} > R_I$ и $R_{aVF} > R_{III}$), а в отведениях aVL и I стандартном – зубцы R небольшие, в aVL иногда отсутствуют.
- При горизонтальном положении ЭОС самые высокие зубцы R регистрируются в I стандартном и aVL отведениях, несколько меньше – во II и III стандартных отведениях (при этом $R_I > R_{II} > R_{III}$) и в отведении aVF.

6.5.2. Определение и оценка амплитуды зубцов R. Колебания амплитуды зубцов R в различных отведениях составляют от 3 до 15 мм в зависимости от возраста, ширина 0,03-0,04 сек. Ма-

ксимально допустимая высота зубца R в стандартных отведениях до 20 мм, в грудных – до 25 мм. Определение амплитуды зубцов R важно для оценки вольтажа ЭКГ (см. п. 6.3.5.).

6.5.3. Форма зубца R должна быть ровной, остроконечной, без зазубрин и расщеплений, хотя их наличие допускается, если они находятся не на вершущке, а ближе к основанию зубца, и если они определяются лишь в одном отведении, особенно на невысоких зубцах R.

6.5.4. Определение интервала внутреннего отклонения и его оценка. Интервал внутреннего отклонения даёт представление о продолжительности активации правого (V_1) и левого (V_6) желудочков. Измеряется по изоэлектрической линии от начала зубца Q (R) до перпендикуляра, опущенного из вершины зубца R на изоэлектрическую линию, в грудных отведениях (V_1 , V_2 – правый желудочек, V_5 , V_6 – левый желудочек). Продолжительность активации желудочков в правых грудных отведениях с возрастом меняется мало, а в левых – увеличивается. Норма для взрослых: в V_1 не больше 0,03 с, в V_6 не больше 0,05 с.

6.6. Зубец S. Анализ зубца S предусматривает определение глубины, ширины, формы, степени выраженности в разных отведениях и сопоставление с зубцом R в разных отведениях.

6.6.1. Глубина, ширина и форма зубца S. Амплитуда зубца S колеблется в больших пределах: от отсутствия (0 мм) или малой глубины в немногих отведениях (особенно в стандартных) до большой величины (но не более 20 мм). Чаще зубец S небольшой глубины (от 2 до 5 мм) в отведениях от конечностей (кроме aVR) и достаточно глубокий в отведениях V_1 - V_4 и в aVR. Ширина зубца S составляет 0,03 с. Форма зубца S должна быть ровной, остроконечной, без зазубрин и расщеплений.

6.6.2. Степень выраженности зубца S (глубина) в разных отведениях зависит от положения ЭОС и меняется с возрастом.

- При нормальном положении ЭОС в отведениях от конечностей наиболее глубокий зубец S определяется в aVR (типа rS или QS). В остальных отведениях регистрируется зубец S небольшой глубины, наиболее выраженный во II стандартном и aVF отведениях. В грудных отведениях наибольшая амплитуда зубца S обычно наблюдается в V_1 , V_2 и постепенно уменьшается слева направо от V_1 к V_4 , а в отведениях V_5 и V_6 зубцы S небольшие либо вообще не регистрируются.
- При вертикальном положении ЭОС зубец S наиболее выражен в I и aVL отведениях.
- При горизонтальном положении ЭОС зубец S наиболее выражен в III и aVF отведениях.

6.7. Сегмент ST – отрезок от конца зубца S (R) до начала зубца T. Его анализ предусматривает определение изоэлектричности и степени смещения. Для определения изоэлектричности сегмента ST следует ориентироваться на изоэлектрическую линию сегмента TP. Если сегмент TP расположен не на изолинии или плохо выражен (при тахикардии), ориентируются на сегмент PQ. Место соединения окончания зубца S (R) с началом сегмента ST обозначается точкой «j». Её местоположение имеет значение при определении смещения сегмента ST от изолинии. Если есть смещение сегмента ST, необходимо указать его величину в мм и описать форму (выпуклая, вогнутая, горизонтальная, косовосходящая, косонисходящая и т.д.). В нормальной ЭКГ сегмент ST полностью не совпадает с изоэлектрической линией. Точное горизонтальное направление сегмента ST во всех отведениях (кроме III) может рассматриваться как патологическое. Допускается отклонение сегмента ST в отведениях от конечностей до 1 мм вверх и до 0,5 мм вниз. В правых грудных отведениях допускается отклонение до 2 мм вверх, а в левых – до 1,0 мм (чаще вниз).

6.8. Зубец T. Анализ зубца T предусматривает определение амплитуды, ширины, формы, степени выраженности и направления в различных отведениях.

6.8.1. Определение амплитуды и продолжительности (ширины) зубца T. Отмечаются колебания амплитуды зубца T в разных отведениях: от 1 мм до 5-6 мм в отведениях от конечностей,

до 10 мм (редко до 15 мм) – в грудных. Продолжительность зубца Т составляет 0,10-0,25 с, но её определяют только при патологии.

6.8.2. Форма зубца Т. Нормальный зубец Т несколько ассиметричен: имеет пологое восходящее колено, закруглённую верхушку и более крутое нисходящее колено.

6.8.3. Степень выраженности (амплитуда) зубца Т в разных отведениях. Амплитуда и направление зубца Т в различных отведениях зависят от величины и ориентации (положения) вектора реполяризации желудочков (вектора Т). Вектор Т имеет почти такое же направление, как и вектор R, но меньшую величину. Поэтому в большинстве отведений зубец Т небольшой величины и положительный. При этом, наибольшему зубцу R в различных отведениях соответствует наибольший по амплитуде зубец Т и наоборот. В стандартных отведениях $T_I > T_{III}$. В грудных – высота зубца Т увеличивается слева направо от V_1 к V_4 с максимумом к V_4 (иногда в V_3), далее несколько уменьшается к V_5 - V_6 , но $T_{V_6} > T_{V_1}$.

6.8.4. Направление зубца Т в разных отведениях. В большинстве отведений (I, II, aVF, V_2 - V_6) зубец Т положительный; в отведении aVR – всегда отрицательный; в III, aVL, V_1 (иногда V_2) может быть небольшим положительным, отрицательным либо двухфазным.

6.9. Зубец U редко регистрируется на ЭКГ. Это небольшой (до 1,0-2,5 мм) положительный зубец, следующий через 0,02-0,04 сек или сразу после зубца Т. Происхождение окончательно не выяснено. Предполагается, что он отражает реполяризацию волокон проводящей системы сердца. Чаще он регистрируется в правых грудных отведениях, реже – в левых грудных и ещё реже – в стандартных.

6.10. Комплекс QRST – желудочковый комплекс (электрическая систола желудочков). Анализ комплекса QRST предусматривает определение его продолжительности, величины систолического показателя, соотношения времени возбуждения и времени прекращения возбуждения.

6.10.1. Определение продолжительности интервала QT. Интервал QT измеряют от начала зубца Q до конца зубца Т (U). В норме составляет у мужчин 0,32-0,37 с, у женщин – 0,35-0,40 с. Продолжительность интервала QT зависит от возраста и ЧСС: чем меньше возраст ребёнка и больше ЧСС, тем короче QT (см. таблицу 1 приложения).

6.10.2. Оценка интервала QT. Найденный на ЭКГ интервал QT следует сравнить с нормативом, который либо приведён в таблице (см. таблица 1 приложения), где рассчитан для каждого значения ЧСС (R-R), либо может быть приблизительно определён по формуле Базетта: $QT = K \sqrt{RR}$, где K – коэффициент, равный 0,37 для мужчин; 0,40 для женщин; 0,41 для детей до 6 месяцев жизни и 0,38 для детей до 12 лет. Если фактический интервал QT будет больше нормального на 0,03 с и более, то это расценивается как удлинение электрической систолы желудочков. Некоторые авторы в электрической систоле сердца выделяют две фазы: фазу возбуждения (от начала зубца Q до начала зубца Т – интервал Q-T₁) и фазу восстановления (от начала зубца Т до его окончания – интервал T₁-Т).

6.10.3. Определение систолического показателя (СП) и его оценка. Систолический показатель – это отношение продолжительности электрической систолы в сек к общей продолжительности сердечного цикла (RR) в сек, выраженное в %. Норматив СП можно определить по таблице в зависимости от ЧСС (длительности RR) или рассчитать по формуле: $СП = QT / RR \times 100\%$. СП считается увеличенным, если фактический показатель превышает норматив на 5% и более.

7. План (схема) расшифровки электрокардиограммы

Анализ (расшифровка) ЭКГ включает все позиции, изложенные в разделе «Анализ и

характеристика элементов электрокардиограммы». Для лучшего запоминания последовательности действий представляем общую схему.

1. Подготовительный этап: знакомство с данными о ребенке – возраст, пол, основной диагноз и сопутствующие заболевания, группа здоровья и т.д.
2. Проверка стандартов техники регистрации ЭКГ. Вольтаж ЭКГ.
3. Беглый просмотр всей ленты для получения предварительных данных о наличии патологических изменений.
4. Анализ сердечного ритма:
 - a. определение регулярности сердечного ритма,
 - b. определение водителя ритма,
 - c. подсчёт и оценка числа сердечных сокращений.
5. Анализ и оценка проводимости.
6. Определение положения электрической оси сердца.
7. Анализ зубца Р (предсердный комплекс).
8. Анализ желудочкового комплекса QRST:
 - a. анализ комплекса QRS,
 - b. анализ сегмента S (R)T,
 - c. анализ зубца Т,
 - d. анализ и оценка интервала QT.
9. Электрокардиографическое заключение.

8. Электрокардиографическое заключение

Электрокардиографическое заключение – самая трудная и ответственная часть анализа ЭКГ.

В заключении следует отметить:

- источник сердечного ритма (синусовый, несинусовый);
- регулярность ритма (правильный, неправильный) и ЧСС;
- положение ЭОС;
- интервалы ЭКГ, краткое описание зубцов и комплексов ЭКГ (при отсутствии изменений указывают, что элементы ЭКГ соответствуют возрастной норме);
- изменения отдельных элементов ЭКГ с попыткой интерпретировать их с точки зрения предположительного нарушения электрофизиологических процессов (при отсутствии изменений этот пункт опускается).

ЭКГ – это метод очень высокой чувствительности, улавливающий широкий круг функциональных и метаболических сдвигов в организме, особенно у детей, поэтому изменения ЭКГ нередко неспецифичны. Идентичные изменения ЭКГ могут отмечаться при различных заболеваниях, и не только сердечно-сосудистой системы. Отсюда сложность интерпретации найденных патологических показателей. Анализ ЭКГ необходимо проводить после знакомства с анамнезом пациента и клинической картиной заболевания, и только по ЭКГ нельзя ставить клинический диагноз. При анализе детских ЭКГ часто выявляются небольшие изменения даже у практически здоровых детей и подростков. Это связано с процессами роста и дифференцировки структур сердца. Но важно не пропустить ранние признаки текущих патологических процессов миокарда. Следует учитывать, что нормальная ЭКГ необязательно указывает на отсутствие изменений в сердце и наоборот.

При **отсутствии патологических изменений** указывают, что ЭКГ является вариантом **возрастной нормы**.

ЭКГ, имеющие **отклонения** от нормы, следует классифицировать. Выделяют 3 группы.

I группа. ЭКГ, имеющие изменения (синдромы), относящиеся к **вариантам возрастной нормы**.

II группа. Пограничные ЭКГ. Изменения (синдромы), требующие обязательного углублённого обследования и длительного наблюдения в динамике с контролем ЭКГ.

III группа. Патологические ЭКГ.

При выявлении отклонений от нормальной ЭКГ следует попытаться выделить признаки 4-

х ЭКГ-синдромов.

- Нарушения ритма сердца.
- Нарушения проводимости.
- Гипертрофия миокарда предсердий и/или желудочков.
- Изменения миокарда (ишемия и некроз миокарда, нарушения реполяризации, нарушения электролитного баланса и др.).

Задание №5.

Подготовьте неясные вопросы и положения для выяснения их на практическом занятии!