



ПИРГОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



ИНСТИТУТ МАТЕРИНСТВА И ДЕТСТВА
КАФЕДРА ПРОПЕДВТИКИ ДЕТСКИХ БОЛЕЗНЕЙ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ЭКГ у ДЕТЕЙ

Москва, 2025



УДК 616-073.97(075)

ББК (Р)53.4

Э357

ЭКГ у детей / Михеева И.Г., Моисеев А.Б., Верещагина Т.Г., Цветков П.М., Котлукова Н.П., Максимьяк Л.А., Милёхина М.Ю. – Москва: ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет), 2025 – 103 с.

Учебно-методическое пособие «ЭКГ у детей» подготовлено сотрудниками кафедры пропедевтики детских болезней Института материнства и детства, профессором кафедры госпитальной педиатрии им. академика В.А. Таболина Института материнства и детства Н.П. Котлуковой и ассистентом кафедры госпитальной педиатрии им. академика В.А. Таболина Института материнства и детства Л.А. Максимьяк под редакцией заведующего кафедрой А.Б. Моисеева, доцента Т.Г. Верещагиной, профессора Н.П. Котлуковой.

Составители: д.м.н. И.Г. Михеева
д.м.н. А.Б. Моисеев
д.м.н. Н.П. Котлукова
к.м.н. Т.Г. Верещагина
к.м.н. П.М. Цветков
асс. Л.А. Максимьяк
асс. М.Ю. Милёхина

Идея: Моисеев А.Б., 2004-2025 гг.

Дизайн: Цветков П.М., Моисеев А.Б., Ферапонтова Н.В.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Педиатрия», ординаторов, врачей-педиатров. Основная задача данного пособия помочь студентам и молодым врачам в усвоении навыков анализа ЭКГ как здоровых детей различного возраста, так и при патологических состояниях.

В пособии приводятся сведения по особенностям ЭКГ у детей различных возрастных групп, по алгоритму анализа ЭКГ и заключения, в приложении приводятся нормативные показатели. Последний раздел посвящен диагностике патологических состояний, наиболее часто встречающихся в практике врача-педиатра. Материал излагается в краткой, доступной форме. Текст проиллюстрирован схемами, фотографиями. Приведенные копии ЭКГ сняты с оригиналов архива кафедры пропедевтики детских болезней, а также из личного архива Котлуковой Н.П. и Максимьяк Л.А.

Оглавление

Раздел I	5
Электрофизиологические основы и методика регистрации ЭКГ	5
Раздел II	7
Особенности техники регистрации ЭКГ у детей	7
Раздел III	9
Составные элементы нормальной электрокардиограммы	9
Раздел IV	12
Анализ и характеристика элементов электрокардиограммы	12
1. Оценка техники записи ЭКГ	12
2. Измерение элементов ЭКГ	13
3. Анализ сердечного ритма	14
4. Анализ и оценка проводимости	15
5. Определение положения электрической оси сердца	15
6. Анализ зубцов, интервалов, комплексов экг	19
7. План (схема) расшифровки электрокардиограммы	24
8. Электрокардиографическое заключение	25
Раздел V	27
Основные особенности ЭКГ у здоровых детей	27
1. Особенности сердечного ритма	27
2. Особенности длительности интервалов ЭКГ у детей	28
3. Изменение вольтажа зубцов комплекса QRS у детей	28
4. Особенности положения ЭОС у детей	28
5. Особенности зубцов интервалов и комплексов детской ЭКГ	30
6. ЭКГ признаки, наиболее характерные для различных возрастных периодов	35
Раздел VII	42
Семиотика основных ЭКГ-синдромов и нарушений	42
1. Нарушения ритма сердца и проводимости	42
2. Гипертрофия и дилатация предсердий и желудочков	73
3. Электрическая альтернация	80
4. Ишемия и инфаркт миокарда у детей	80
5. Ионные каналопатии	86
6. Электролитные нарушения	91
Приложения	94
Ответы на вопросы к разделу I «Электрофизиологические основы и методика регистрации ЭКГ»	99
Рекомендуемая литература	103

Студент должен знать:

1. Электрофизиологические основы электрокардиографии. Особенности электрофизиологических свойств миокарда у детей.
2. Основные функции сердца, необходимые для понимания ЭКГ, особенности этих функций у детей.
3. Основные отведения для регистрации ЭКГ и их оси.
4. Методика регистрации ЭКГ, особенности техники регистрации у детей.
5. Составные элементы ЭКГ (зубцы, интервалы, сегменты, комплексы, электрическая ось сердца) и их характеристики.
6. Особенности электрокардиограммы у здоровых детей различного возраста.
7. Схему расшифровки ЭКГ (план с перечислением пунктов).
8. Основные пункты ЭКГ-заключения.
9. Семиотику наиболее часто встречающихся нарушений элементов ЭКГ и ЭКГ-синдромы, которые относятся к вариантам возрастной нормы.
10. Признаки изменений, характерных для основных ЭКГ-синдромов:
 - а) нарушения ритма;
 - б) нарушения проводимости;
 - в) гипертрофии предсердий и желудочков;
 - г) изменений миокарда при ишемии, некрозе, нарушениях электролитного баланса и др.

Студент должен уметь:

1. Оценить технику записи ЭКГ (найти отведения, оценить скорость движения ленты, вольтаж, наличие помех и др.).
2. Провести анализ ЭКГ здоровых детей различного возраста с характеристикой составных элементов ЭКГ.
3. Выявить на ЭКГ наиболее часто встречающиеся изменения элементов.
4. Найти на ЭКГ признаки изменений, характерных для основных ЭКГ-синдромов:
 - а) нарушения ритма;
 - б) нарушения проводимости;
 - в) гипертрофии предсердий и/или желудочков;
 - г) изменений миокарда при ишемии, некрозе, нарушениях электролитного баланса и др.
5. Сделать ЭКГ-заключение, ориентируясь на особенности ЭКГ у детей различного возраста.

РАЗДЕЛ I

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ

Теоретические основы электрокардиографии студенты изучают на кафедре нормальной физиологии. Знание этого раздела необходимо для понимания и правильной интерпретации нормальных и патологических ЭКГ. Для повторения раздела и углубления знаний следует воспользоваться специальной литературой, например, учебным пособием В.В. Мурашко, А.В. Струтынского «Электрокардиография». В данном разделе нашего учебно-методического пособия приводятся контрольные вопросы для самопроверки знаний. В конце пособия прилагаются ответы на вопросы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Что представляет собой электрокардиография?
2. Каковы электрофизиологические основы возникновения электрических явлений в работающем миокарде?
3. Что представляет собой поляризация мембраны клеток миокарда? Что такое трансмембранный потенциал покоя (ТМПП)?
4. Что представляет собой деполяризация мембраны клеток миокарда?
5. Что такое реполяризация мембраны клеток миокарда?
6. Назовите (перечислите) основные функции сердца.
7. В чем заключается функция автоматизма?
8. Назовите основные элементы проводящей системы сердца.
9. Какие клетки входят в состав проводящей системы сердца? В каких из них возникают импульсы возбуждения?
10. Где располагаются клетки-пейсмейкеры? Где их наибольшее количество?
11. Что входит в понятие «атриовентрикулярное соединение»? Обладает ли атрио-вентрикулярный (АВ) узел функцией автоматизма?
12. Какой отдел проводящей системы сердца обладает наибольшей активностью в отношении генерации импульсов возбуждения (высокой скоростью спонтанной диастолической деполяризации)?
13. Какие отделы проводящей системы миокарда относятся к центрам автоматизма 1-го, 2-го и 3-го порядка?
14. Какой отдел проводящей системы миокарда является в норме водителем ритма? Почему?
15. Какие отделы проводящей системы миокарда относятся к номотопным и гетеротопным центрам автоматизма?
16. В чем заключается функция проводимости миокарда?
17. Какие клетки миокарда обладают функцией проводимости?
18. Какова последовательность охвата возбуждением предсердий?
19. Зачем необходима физиологическая задержка проведения возбуждения в АВ-узле?
20. Какова последовательность охвата возбуждением желудочков?
21. Как распространяется волна деполяризации и реполяризации в системе желудочков – от эпикарда к эндокарду или наоборот? Какое это имеет значение?
22. В чем проявляется функция возбудимости миокарда? Какие клетки обладают этой функцией?
23. Что входит в понятие «рефрактерность кардиомиоцитов»?
24. В чем проявляется функция сократимости миокарда? Какие клетки обладают этой

функцией?

25. Что собой представляет сердечный диполь?
26. Куда обращены положительный и отрицательный полюса (полярность) сердечного диполя?
27. Что такое моментный вектор сердечного диполя?
28. Что такое средний результирующий вектор единого сердечного диполя? Как он связан с ЭКГ?
29. Куда направлен вектор ЭДС диполя?
30. Что такое электрическое поле сердца?
31. Почему возможна регистрация биопотенциалов сердца (ЭКГ) с точек поверхности тела, удаленных от сердца?
32. Что такое электрокардиограмма?
33. Куда подключаются электроды при записи ЭКГ? Какой из них считается активным?
34. Что представляют собой отведения ЭКГ?
35. Сколько отведений используется при записи ЭКГ в клинической практике? Назовите их.
36. Чем вызвана необходимость регистрации ЭКГ в разных отведениях?
37. Что называется осью (линией) отведения?
38. Какие отведения называют двухполюсными и почему? Кем они предложены?
39. Как обозначают двухполюсные отведения от конечностей? Куда накладываются электроды?
40. Что принимают за оси стандартных двухполюсных отведений? Изобразите их.
41. Какие отведения называются однополюсными? Какой буквой они обозначаются? Какие отведения к ним относятся?
42. Какие однополюсные отведения называются усиленными и почему?
43. Как обозначаются усиленные однополюсные отведения от конечностей? Куда накладываются электроды?
44. Как располагаются оси усиленных однополюсных отведений от конечностей? Изобразите их.
45. Как делятся оси отведений от конечностей на отрицательную и положительную половины?
46. Как связана проекция суммарного вектора ЭДС сердца на оси отведений с направленностью зубцов на ЭКГ?
47. В какой плоскости тела регистрируют ЭКГ отведения от конечностей?
48. Что собой представляет 6-осевая система координат по Бейли? Изобразите ее.
49. Для чего используется 6-осевая система координат по Бейли?
50. Что собой представляют грудные однополюсные отведения? Кем они предложены?
51. Как обозначают грудные отведения и сколько отведений регистрируются?
52. Какие позиции активного электрода на грудной клетке используются при записи ЭКГ в грудных отведениях?
53. Какие из грудных отведений относятся к правым? К левым?
54. В какой плоскости тела регистрируется ЭКГ в грудных отведениях?
55. Как располагаются оси грудных отведений? Изобразите их.

РАЗДЕЛ II

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ У ДЕТЕЙ

1. Обязательным условием при регистрации ЭКГ является наличие заземления ЭКГ-аппаратуры и ее исправность.
2. Регистрация ЭКГ проводится в положении ребенка лежа на спине после 10-15-минутного покоя при спокойном дыхании, в теплом помещении во избежание дрожи. По показаниям, запись может также осуществляться в положении стоя или после физической нагрузки.
3. При подготовке ребенка к исследованию необходимо установить с ним контакт, заранее объяснить безболезненность процедуры и особенности ее проведения, попросить не напрягать мышцы и не совершать движений во время процедуры. Для отвлечения внимания ребенка раннего возраста можно привлечь к проведению исследования родителей, использовать игрушки, а при записи ЭКГ использовать элементы игры.
4. Регистрировать ЭКГ у детей грудного возраста лучше в состоянии сна.
5. Процедура регистрации ЭКГ должна проводиться не ранее, чем через два часа после приема пищи и предшествовать другим лечебно-диагностическим мероприятиям (физиотерапевтические процедуры, эндоскопические исследования и т. д.).
6. В детском возрасте применяются разные виды электрокардиографических датчиков (присасывающиеся «груши», накожные самоклеющиеся электроды). Для детей раннего возраста предпочтительнее использовать накожные датчики, т. к. после применения электродов, обладающих присасывающим механизмом крепления, на коже в местах их наложения могут возникнуть геморрагические элементы.

Размеры электродов, применяемых в детском возрасте:

Возраст детей	Тип и размер электродов (в мм)	
	Грудные (диаметр)	Для конечностей
До 3 мес.	10	30x20
3 мес. – 1 год	15	35x25
1-3 года	20	40x30
3 года – 8 лет	25	45x35
Старше 8 лет	30	45x35

7. Кожа в местах наложения электродов обезжиривается специальным спиртосодержащим раствором. Для улучшения контакта датчиков с кожей используют специальный электропроводный гель или марлевые салфетки, смоченные физиологическим раствором. В случае использования накожных одноразовых ЭКГ-датчиков нанесения геля не требуется.
8. Запись ЭКГ у детей проводится в общепринятых 12-ти отведениях: 3 стандартных, 3 однополюсных и 6 грудных. Места расположения электродов те же, что и у взрослых.
9. В каждом отведении необходимо регистрировать не менее 6-10 сердечных циклов, а при наличии аритмии записывается «длинная лента».

10. На готовой ленте ЭКГ (или на бланке) указывают: фамилию, имя, возраст ребенка, дату исследования и диагноз. Если пациент уже получает антиаритмическую терапию, обязательно указывается название препарата и дозу, на фоне которой проведено исследование. Ленту ЭКГ в неразрезанном виде наклеивают на специальный бланк. Разрезать ленту, укорачивая ее, не рекомендуется, так как могут быть утеряны важные данные.
11. В настоящее время используются компьютерные программы для обработки ЭКГ, с помощью которых регистрируется не только кривая ЭКГ, но и проводится ее анализ, включающий измерение зубцов и интервалов, их описание, фиксируются возможные отклонения от нормативных показателей и предлагается предположительный диагноз. Такой анализ оказывает помощь врачу в интерпретации ЭКГ.

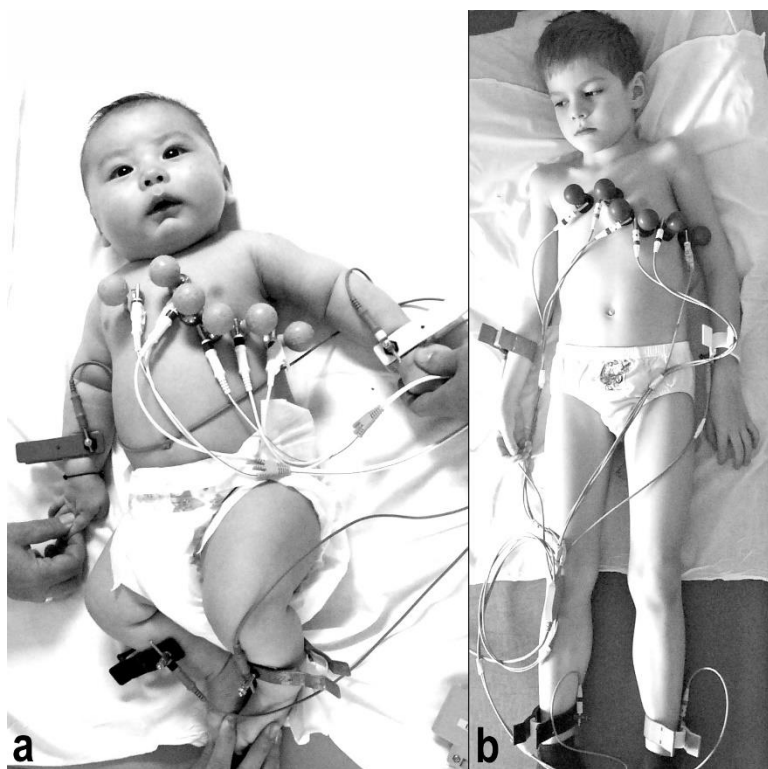


Рис. 1.
Расположение электродов при регистрации ЭКГ.
а) у грудного ребёнка;
б) у младшего школьника.

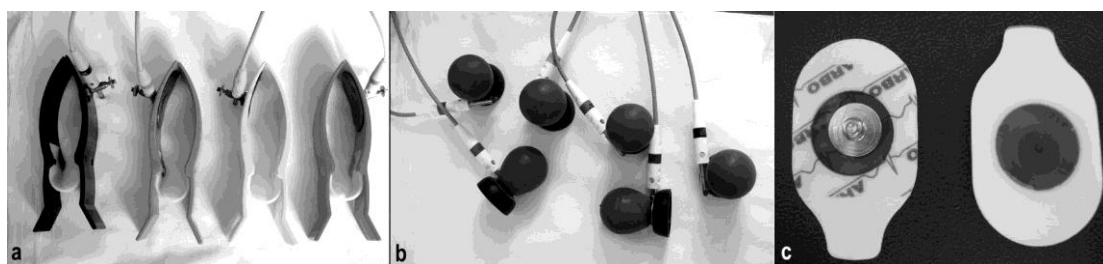


Рис. 2. Электроды для регистрации ЭКГ.
а) электроды для конечностей; б) присасывающиеся груши; в) накожные самоклеющиеся электроды.



Рис. 3.
Виды электрокардиографов.
а) стационарный;
б) переносной;
в) электропроводный гель для улучшения контакта датчиков с кожей и спирт для обезжиривания кожи в местах наложения электродов.

РАЗДЕЛ III

СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НОРМАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

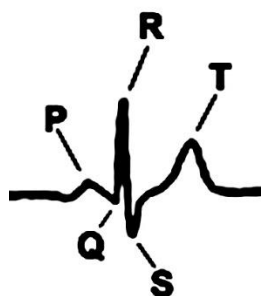


Рис. 4. Зубцы ЭКГ.

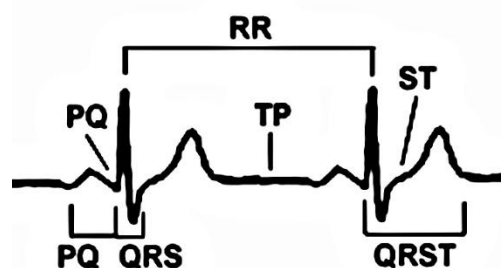


Рис. 5. Сегменты и интервалы ЭКГ.

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

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 P. Зубец U чаще всего не регистрируется.

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 положительны 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 R и T в некоторых отведениях.

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

- PQ (PR) – от начала зубца P до начала зубца Q (R).
- QRS – от начала зубца Q (R) до конца зубца S (R).
- QT (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 QT (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 ветвям. 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 атриовентрикулярному соединению, пучку Гиса и его ветвям 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 QT (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.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Перечислите составные элементы ЭКГ. Что они в целом отражают?
2. Что представляют собой зубцы ЭКГ, как они обозначаются? Какие из них самые высокие и низкие?
3. Какие зубцы ЭКГ всегда положительные, отрицательные? Какие из них могут быть положительными, отрицательными, двухфазными?
4. Что собой представляют интервалы ЭКГ? Как они обозначаются? Какие интервалы вы знаете?
5. В каком случае на ЭКГ регистрируется изолиния?
6. Что собой представляют сегменты ЭКГ? Как они обозначаются? Какие сегменты вы знаете?
7. Что собой представляют комплексы ЭКГ? Какие комплексы вы знаете?
8. Чем определяется величина и направление зубцов ЭКГ в разных отведениях?
9. Какие электрофизиологические процессы в миокарде отражают зубцы P, сегмент PQ, интервал PQ, комплекс QRS, зубцы Q, R, S, сегмент ST, зубец T, зубец U, интервал внутреннего отклонения, комплекс QT (QRST), сегмент TP, интервал RR ЭКГ?

РАЗДЕЛ IV

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 указывается на ленте ниже записи электрокардиограммы. При скорости 50 мм/с цена деления в 1 мм на ленте соответствует временному отрезку 20 мс (0,02 с), при скорости 25 мм/с – 40 мс (0,04 с).

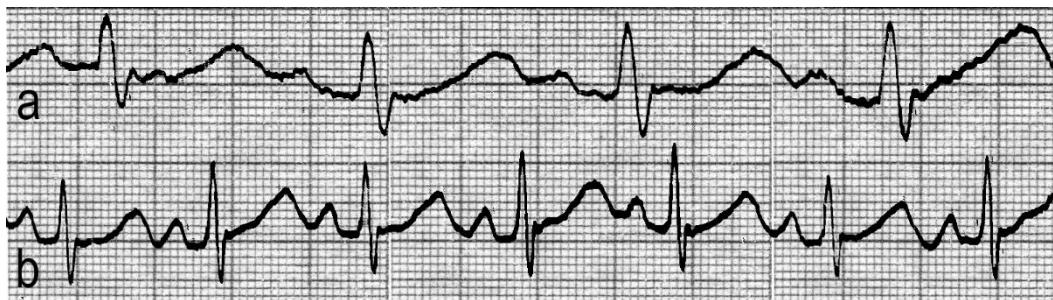


Рис. 6. Вид электрокардиограммы у одного и того же ребёнка 2-х месяцев жизни при различной скорости движения ленты. а) 50 мм/с; б) 25 мм/с.

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

1.3. Проверка контрольного милливольта. 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).

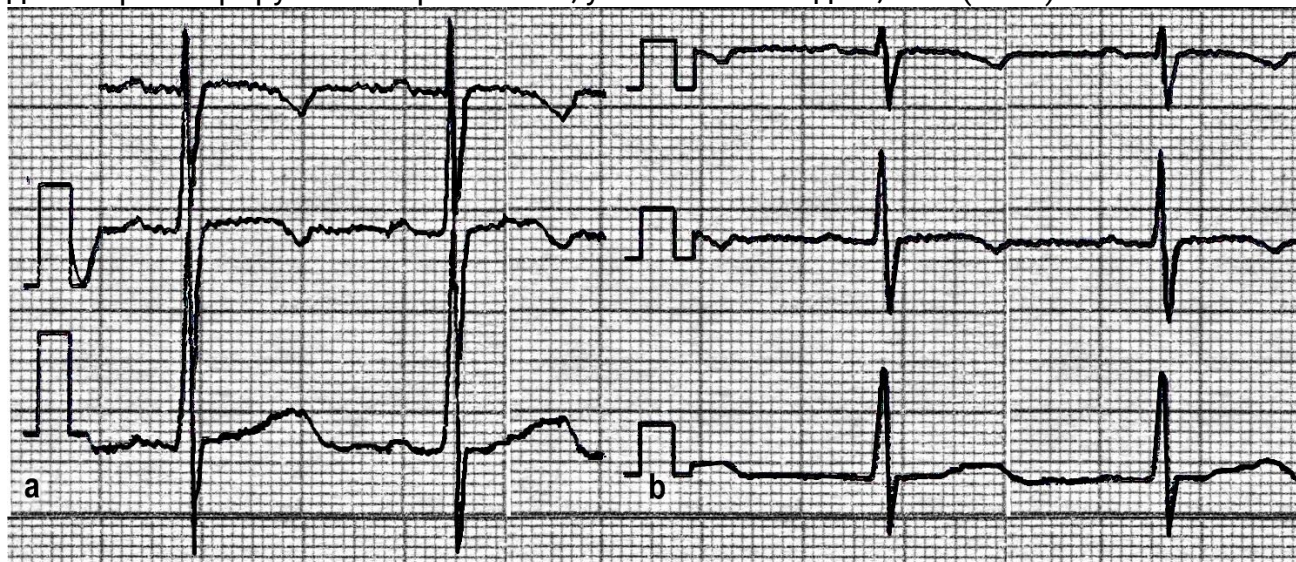


Рис. 7.

Вид ЭКГ у одного и того же ребёнка 10 мес. жизни при разной величине контрольного милливольта.

а) 10 мм/мВ; б) 5 мм/мВ.

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 миллисекундах (мс) или секундах (с). В 1 секунде 1000 миллисекунд. Для оценки в миллисекундах необходимо количество миллиметровых клеточек умножить на 20 мс при скорости движения ленты 50 мм/с или на 40 мс - при скорости 25 мм/с. Для оценки в секундах умножают на 0,02 с и 0,04 с, соответственно.

2.2. Определение амплитуды (высоты, глубины) зубцов ЭКГ. Амплитуда зубцов – расстояние 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 милливольта (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, сердечный ритм считается правильным (регулярным). Если имеются колебания продолжительности RR (согласно ряду рекомендаций, более 10% или более 0,15с) - 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. Оценка ритма осуществляется во II стандартном отведении, в котором зубец P в норме должен быть наиболее выражен. Если его нет во II стандартном отведении, но есть в других – ритм не синусовый. При отсутствии этих признаков диагностируются различные варианты несинусового ритма: предсердный, желудочковый ритмы, ритм из AV-соединения и др. (эктопические или 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 (квадратов 5 мм) между RR при V 50 мм/с или 300 разделить на количество больших клеток (квадратов 5 мм) RR при V 25 мм/с.

При 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 Р – проводимость по предсердиям;
- продолжительность интервала PQ (PR) – проводимость по предсердиям, AV-соединению и пучку Гиса;
- продолжительность комплекса QRS – проводимость по желудочкам;

В таблицах приложения приведены показатели продолжительности зубца Р, интервала PQ (PR) 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 (рис. 8) определить водителя ритма, подсчитать и оценить ЧСС, рассчитать продолжительность и амплитуду зубцов.

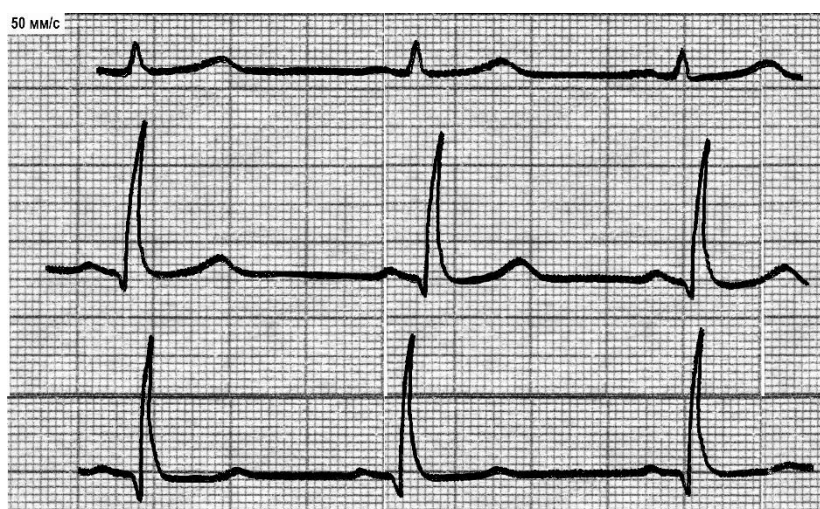


Рис. 8. ЭКГ ребёнка 14 лет.

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

переднезадней 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 .

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° ;

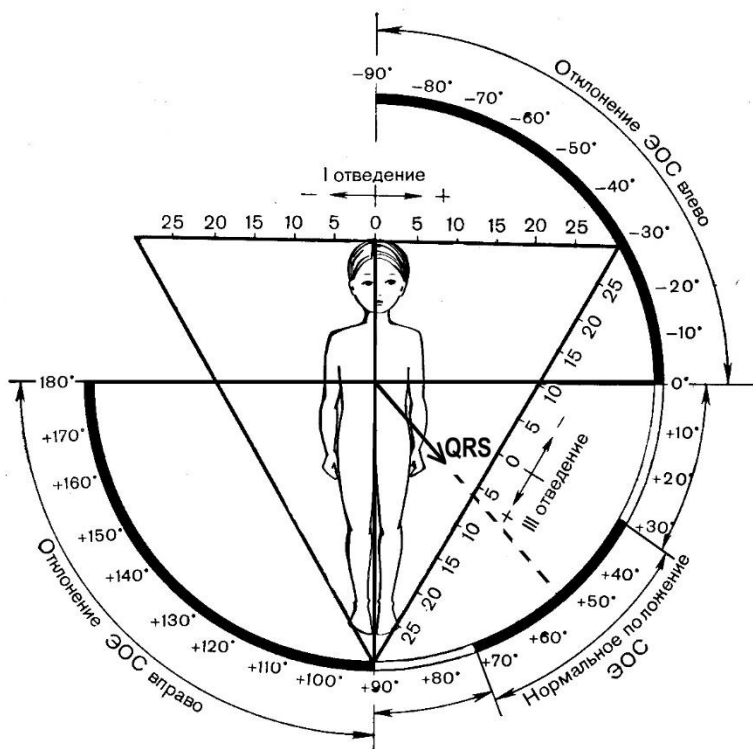


Рис. 9.

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

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 Эйнхovens, 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 искомой 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 8, 9, 10 приложения, там же – правила пользования таблицами).

Задание: на ЭКГ, представленных на рис. 10-14, самостоятельно рассчитайте угол α и определите положение ЭОС перечисленными способами.

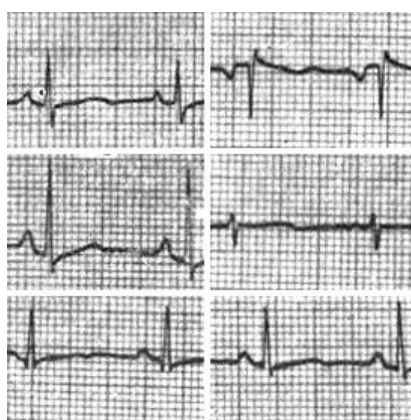


Рис. 10. Нормограмма.

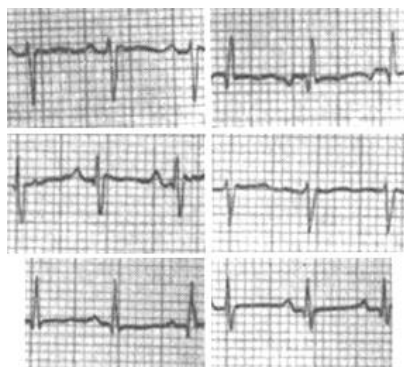


Рис. 11. Правограмма.

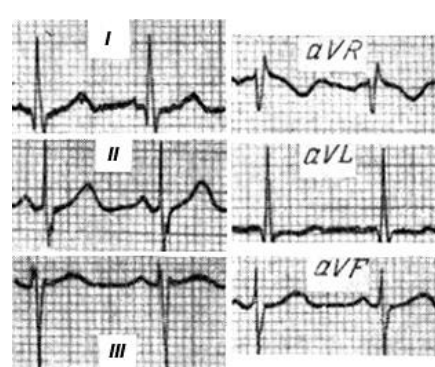


Рис. 12. Левограмма.

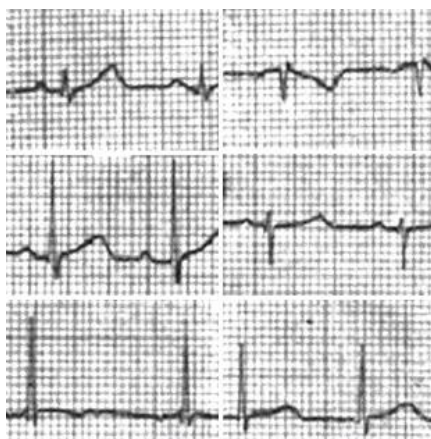


Рис. 13. Вертикальное положение ЭОС.

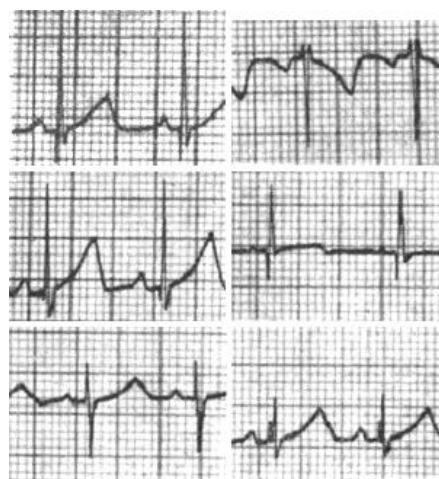


Рис. 14. Горизонтальное положение ЭОС.

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 (PR). 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 4 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 5 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. Имеются возрастные особенности, описанные в разделе V.

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. В отведении V_1 конфигурация у детей чаще qRS.

6.4.2. Степень выраженности зубца Q в различных отведениях. Зубец Q в части отведений не регистрируется. Чаще он определяется в отведениях от конечностей, более выражен в I, II, aVL, aVF и, особенно, в aVR, а также в левых грудных (V₄-V₆). В правых грудных, особенно в отведениях V₁ и V₂, 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 ¼ 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 V₁) также регистрируются высокие зубцы R с максимумом в V₄. При этом амплитуда зубцов R нарастает слева направо: от V₂ к V₄, далее от V₄ к V₆ – снижается, но зубцы R в левых грудных отведениях выше, чем в правых. И только в двух отведениях (aVR и V₁) 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. С возрастом в отведении V₁ уменьшается амплитуда зубца R и увеличивается амплитуда S. Максимально 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, остrokонечной, 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 (V₁) и левого (V₆) желудочков. Измеряется по изоэлектрической линии от начала зубца Q (R) до перпендикуляра, опущенного из вершины зубца R на изоэлектрическую линию, в грудных отведениях (V₁, V₂ – правый желудочек, V₅, V₆ – левый желудочек). Продолжительность актива-

ции 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, острокопечной, 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 T составляет 0,10-0,25 с, но её определяют только при патологии.

6.8.2. Форма зубца T. Нормальный зубец T 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 $T_{V6} > T_{V1}$.

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. В норме конкордантен (сонаправлен) зубцу R. Имеют место возрастные особенности направления зубца Т, представленные в разделе V.

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. Окончанием QT является точка пересечения косой линии по нисходящему наклону Т волны с горизонтальной линией, которая проводится по интервалу PR (рис. 15). Определение QT предпочтительно проводить во II или V_5 отведениях. Удлинением интервала QT у взрослых мужчин считается 450-460 мс, у женщин – 460-480 мс, укорочением – QT менее 350 мс, независимо от пола. Продолжительность интервала QT зависит от возраста и ЧСС: чем меньше возраст ребёнка и больше ЧСС, тем короче QT (см. таблицу 1 приложения).

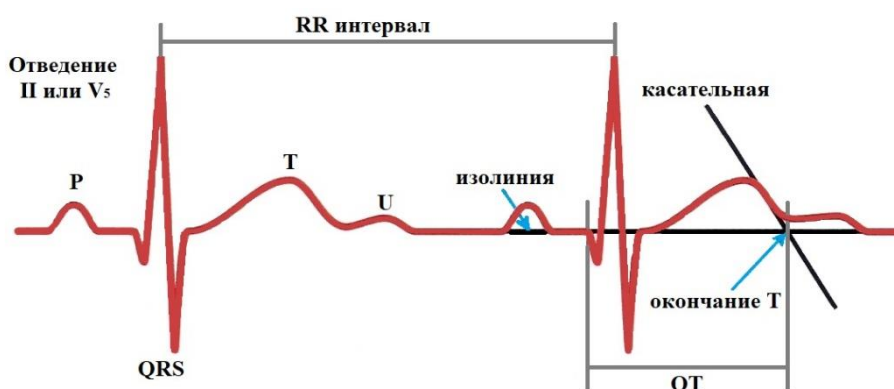


Рис. 15. Методика измерения интервала QT.

6.10.2. Оценка интервала QT. Понятие скорректированного QT (QTc). Так как продолжительность интервала QT сильно варьирует в зависимости от ЧСС, более достоверным вариантом его оценки с поправкой на текущую частоту ритма является определение скорректированного интервала QT (QTc). Нет существенных различий в значениях QTc при измерении на скорости ленты 25 и 50 мм/сек. QTc рассчитывают по формуле Базетта (Bazett): $QTc (B) = QT/\sqrt{RR}$, где для расчета используют предыдущий интервал RR (в секундах) и последующий интервал QT (в миллисекундах) (рис. 15). Получают QTc в миллисекундах. В случае аритмии для базового расчета QTc рекомендуется использовать среднее значение RR, так как используя только крайние значения RR можно допустить гипердиагностику или пропустить клинически значимые изменения QT. Формула Базетта используется при ЧСС 60-100 уд./мин, при тахикардии или брадикардии значения могут быть искажены. При ЧСС выше или ниже референсных используют формулы Фредерика (Friderici) $QTc (F) = QT/\sqrt[3]{RR}$ или Саги (Sagie, Framingham) $QTc (S) = QT + 0,154 \times RR$. Другие формулы для расчета QTc, такие как формула Базетта 2 ($QTc = K/\sqrt{RR}$, где K – коэффициент, зависящий от пола и возраста), или оценка по специальным таблицам в настоящее время не рекомендуются к применению. Выявление удлинения QTc более 430 мс или укорочения менее 370 мс требует исключения синдромов удлиненного или короткого интервала QT, сопряженных с высоким риском возникновения жизнеугрожающих желудочковых аритмий. Референсные значения QTc у детей представлены в таблице 1.

Таблица 1. Интервал QTc (мс) у детей 0-18 лет

Укорочение	Умеренное укорочение	Норма	Умеренное удлинение	Удлинение
< 320	320 - 369	370 - 430	431 – 440	> 440

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, получаемая терапия, 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:
 - а. определение регулярности сердечного ритма,
 - б. определение водителя ритма,
 - с. 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,
 - e. подсчет QTс.
9. Электрокардиографическое заключение.

8. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электрокардиографическое заключение – самая трудная и ответственная часть анализа ЭКГ.

В заключении следует отметить:

- источник сердечного ритма (синусовый, несинусовый – уточнить какой);
- 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. При анализе детских ЭКГ часто выявляются небольшие изменения даже у практически здоровых детей и подростков. Это связано с процессами роста и дифференцировки структур сердца, гормональными перестройками, особенностями вегетативной регуляции и другими состояниями. Но важно не пропустить ранние признаки текущих патологических процессов. 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.).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какая скорость движения ленты используется при регистрации ЭКГ? Какому отрезку времени соответствует 1 мм на ленте?
2. Какую величину обычно составляет амплитуда контрольного милливольта?
3. Как измеряется продолжительность зубцов, интервалов, комплексов ЭКГ?
4. Как измеряется амплитуда зубцов ЭКГ?
5. Как оценивается вольтаж ЭКГ?
6. Как оценивается регулярность сердечного ритма?
7. Как определить водитель ритма?
8. Какими ЭКГ-признаками характеризуется синусовый ритм?
9. Как рассчитывают и оценивают ЧСС при правильном и неправильном ритме?
10. Как определяется и оценивается проводимость по предсердиям, АВ-узлу и желудочкам? Каковы нормативы для взрослых?
11. Что собой представляет ЭОС?
12. Как определить положение ЭОС, какая величина его отражает?
13. Какие варианты положения ЭОС выделяют?
14. Какие существуют способы для определения положения ЭОС?
15. На что следует ориентироваться при определении положения ЭОС по стандартным отведениям? По отведениям от конечностей?
16. Перечислите ЭКГ-признаки нормального положения ЭОС.
17. Перечислите ЭКГ-признаки отклонения ЭОС вправо и влево.
18. Как проводится анализ предсердного зубца Р? Как меняется его величина и полярность в различных отведениях?
19. Как проводится анализ комплекса QRS?
20. В каком случае зубцы комплекса QRS обозначаются заглавными буквами, строчными буквами?
21. Как обозначаются зубцы при наличии в комплексе QRS нескольких зубцов R или S?
22. Каким количеством зубцов может быть представлен комплекс QRS? От чего это зависит?
23. Как проводится анализ зубца Q? Какая его максимальная глубина и продолжительность в большинстве отведений у взрослых?
24. Как проводится анализ зубца R в разных отведениях? Как меняется его амплитуда в различных отведениях?
25. Как определяется и оценивается интервал внутреннего отклонения?
26. Как проводится анализ зубца S? Как меняется его глубина в различных отведениях?
27. Что такое переходная зона, где она определяется у взрослых?
28. Как проводится анализ сегмента ST?
29. Как проводится анализ зубца Т? Как меняется его амплитуда и полярность в различных отведениях?
30. Как проводится анализ комплекса QRST (QT)? Какова его продолжительность у взрослых?
31. Понятие о скорректированном интервале QT. Методика расчета QTc.
32. Что собой представляет систолический показатель? Какова его величина у взрослых?
33. Перечислите основные пункты плана расшифровки ЭКГ.
34. Перечислите основные пункты электрокардиографического заключения.

РАЗДЕЛ V

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКГ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ

ЭКГ здоровых детей отличается от ЭКГ взрослых, имея ряд специфических особенностей в каждом возрастном периоде. Наиболее выраженные отличия отмечаются у детей раннего возраста, а после 12 лет ЭКГ ребенка приближается к ЭКГ взрослого.

1. ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Для детей характерна нестабильность сердечного ритма. Основу этого явления составляют:

- процессы постнатальной перестройки проводящей системы сердца (резорбтивно-деструктивные и параллельные им процессы роста и дифференцировки структур сердца);
- нейровегетативный дисбаланс (преобладающее влияние симпатической иннервации в первые 2 года жизни с постепенным нарастанием влияния блуждающего нерва);
- несовершенство других механизмов регуляции ритма.

1.1. Для детей характерна большая частота сердечных сокращений, по мере роста ребёнка она уменьшается. Наибольшую величину ЧСС имеют новорожденные дети. Значения ЧСС у детей различного возраста представлены в таблице 6 приложения.

1.2. У детей, особенно раннего возраста, отмечается выраженная лабильность сердечного ритма. ЧСС может колебаться в широких пределах в одном и том же возрасте, допустимые колебания составляют 15-20% от средневозрастного показателя.

1.3. У детей, особенно эмоционально лабильных, часто наблюдается умеренная синусовая тахикардия и/или аритмия, связанная с эмоциональным напряжением (волнение, страх и др.), движениями при записи ЭКГ и другими факторами. Значительно реже вариантом нормы является умеренная синусовая брадикардия.

1.4. У детей во всех возрастных группах, но особенно в возрасте от 2 до 15 лет, часто отмечается синусовая дыхательная аритмия. Она проявляется увеличением ЧСС в фазу вдоха и уменьшением – в фазу выдоха. Можно определить степень синусовой аритмии, пользуясь таблицей 2 (по данным М.К.Осколковой, 1988).

Таблица 2. Степень синусовой аритмии у детей в зависимости от колебаний ЧСС

Степень синусовой аритмии		Колебания ЧСС
1	Отсутствует	не больше 5
2	Слабо выраженная	6-10
3	Умеренно выраженная	11-20
4	Выраженная	21-30
5	Резко выраженная	больше 30

У большинства детей отмечается умеренно выраженная синусовая аритмия (колебания ЧСС за 1 мин 11-20).

1.5. Функция автоматизма у детей осуществляется так же, как и у взрослых. Водителем ритма является синусовый узел. Однако, к допустимым вариантам возрастной нормы относится средний правопредсердный ритм, а также миграция водителя ритма между синусовым узлом и среднепредсердными центрами автоматизма у подростков.

1.6. В возрасте до 8 лет значения ЧСС у мальчиков и девочек практически не

отличаются. В более старшем возрасте отмечается некоторое снижение ЧСС (примерно на 5 уд/мин) у мальчиков по сравнению с девочками, более выраженное с 12-16 лет.

2. ОСОБЕННОСТИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИНТЕРВАЛОВ ЭКГ У ДЕТЕЙ

Для детей характерна меньшая длительность интервалов, зубцов и комплексов ЭКГ и большая скорость проведения импульсов. С возрастом проводимость уменьшается. (Табл. 3, 4, 5 приложения).

3. ИЗМЕНЕНИЕ ВОЛЬТАЖА ЗУБЦОВ КОМПЛЕКСА QRS У ДЕТЕЙ

Амплитуда зубцов ЭКГ зависит от индивидуальных особенностей ребенка: электропроводности тканей, толщины грудной клетки, размеров сердца и др. Поэтому для оценки важны не столько абсолютные значения амплитуд зубцов, сколько их соотношения.

В первые 5-10 дней жизни отмечается низкий вольтаж зубцов комплекса QRS, что свидетельствует о сниженной электрической активности миокарда и отражает транзиторные особенности метаболизма миокарда новорожденного. В дальнейшем амплитуда зубцов желудочкового комплекса нарастает в результате перестройки электрофизиологических свойств сердечной мышцы (процессы адаптации).

Отличием детских ЭКГ, начиная с грудного возраста и до 8 лет, является более высокая амплитуда зубцов, особенно в грудных отведениях, поэтому нередко запись ЭКГ приходится проводить при амплитуде калибровочного сигнала 5 мм. Это связано с меньшей толщиной грудной клетки, большими размерами сердца относительно грудной клетки и поворотами сердца вокруг осей, а также большей степенью прилегания сердца к грудной клетке.

4. ОСОБЕННОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭОС У ДЕТЕЙ

4.1. Положение ЭОС сердца (желудочковый вектор QRS). У новорожденных и детей первых месяцев жизни отмечается отклонение ЭОС вправо (от 90° до 180° , в среднем 150°). В возрасте от 3 месяцев до 1 года у большинства детей ЭОС переходит в вертикальное положение ($75-90^\circ$), но допускаются еще значительные колебания угла α (от 30° до 120°).

К 2-м годам у 2/3 детей еще сохраняется вертикальное положение ЭОС, а у 1/3 – это нормограмма ($30-70^\circ$). У дошкольников и школьников так же, как и у взрослых, преобладает нормальное положение ЭОС, но могут отмечаться варианты в виде вертикального (чаще) и горизонтального (реже) положения.

Такие особенности положения ЭОС у детей связаны с изменением соотношения массы и электрической активности правого и левого желудочков сердца, а также с изменением положения сердца в грудной клетке (повороты вокруг осей).

У детей первых месяцев жизни отмечается анатомическое и электрофизиологическое преобладание правого желудочка. С возрастом, по мере опережающего нарастания массы левого желудочка и происходящего поворота сердца с уменьшением степени прилегания правого желудочка к поверхности грудной клетки, происходит перемещение положения ЭОС от правограммы к нормограмме.

О происходящих переменах можно судить по изменяющемуся на ЭКГ соотношению амплитуды зубцов R и S в стандартных и грудных отведениях, а также по смещению переходной зоны. Так, по мере роста детей в стандартных отведениях амплитуда зубца R в I отведении увеличивается, а в III – уменьшается; амплитуда зубца S, наоборот, в I отведении уменьшается, а в III – увеличивается. В грудных отведениях с возрастом увеличивается амплитуда зубцов R в левых грудных отведениях (V_4-V_6) и уменьшается в отведениях V_1 , V_2 ;

нарастает глубина зубцов S в правых грудных отведениях и уменьшается – в левых; переходная зона постепенно смещается от V₅ у новорожденных к V₃, V₂ после 1-го года. Все это, а также увеличение интервала внутреннего отклонения в отведении V₆, отражает нарастающую с возрастом электрическую активность левого желудочка и повороты сердца вокруг осей.

4.2. Положение и соотношение электрических осей векторов P, T и комплекса QRS у детей. К особенностям детской ЭКГ относится также положение электрических осей суммарных векторов предсердий (вектор P) и реполяризации желудочков (вектор T) относительно желудочкового вектора (вектор QRS).

У взрослых и детей школьного возраста все эти векторы располагаются в одном секторе от 0° до 90°, и направление электрической оси векторов P (в среднем 45-50°) и T (в среднем 30-40°) резко отличается от ориентации ЭОС (вектор QRS в среднем 60-70°). Между электрическими осями векторов P и QRS, T и QRS образуется смежный угол величиной всего 10-30°. Такое положение перечисленных векторов объясняет одинаковое (положительное) направление зубцов P и T с зубцом R в большинстве отведений на ЭКГ.

У новорожденных детей выявляются большие отличия. Электрические оси векторов P и T располагаются практически в том же секторе, что и у взрослых, но с небольшим смещением вправо: направление вектора P в среднем 55°, вектора T в среднем 70°, в то время как вектор QRS резко отклонен вправо (в среднем 150°). Величина смежного угла между электрическими осями P и QRS, T и QRS достигает максимума – 80-100°. Это отчасти объясняет отличия в величине и направлении зубцов P и особенно T, а также комплекса QRS у новорожденных детей (см. п.п. 5.1., 5.3., 5.5.).

С возрастом величина смежного угла между электрическими осями векторов P и QRS, T и QRS значительно уменьшается: в первые 3 месяца жизни в среднем до 40-50°, у детей раннего возраста – до 30°, а в дошкольном возрасте достигает цифр 10-30°, как у школьников и взрослых.

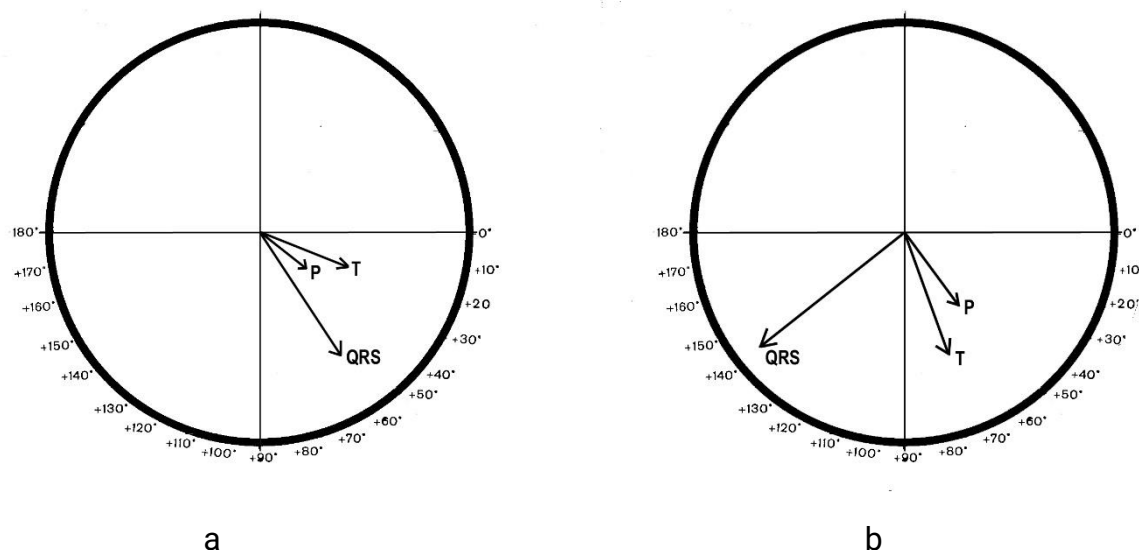


Рис. 16. Соотношение электрических осей векторов QRS, P и T.

- а) у взрослого (угол между осями векторов QRS и P 20°, а между QRS и T 30°);
 б) у новорождённого (угол между осями векторов QRS и P 95°, а между QRS и T 80°).

5. ОСОБЕННОСТИ ЗУБЦОВ ИНТЕРВАЛОВ И КОМПЛЕКСОВ ДЕТСКОЙ ЭКГ

5.1. Предсердный комплекс (зубец Р). У детей, как и у взрослых, зубец Р небольшой величины (0,5-2,5 мм), с максимальной амплитудой в I, II стандартных отведениях. В большинстве отведений он положительный (I, II, aVF, V₂-V₆), в отведении aVR всегда отрицательный, в III, aVL, V₁ отведениях может быть сглаженным, двухфазным или отрицательным. У детей допускается также слабоотрицательный зубец Р в отведении V₂.

Наибольшие особенности зубца Р отмечаются у новорожденных детей, что объясняется повышенной электрической активностью предсердий в связи с условиями внутриутробного кровообращения и постнатальной его перестройкой. У новорожденных зубец Р в стандартных отведениях по сравнению с величиной зубца R относительно высокий (но по амплитуде не больше 2,5 мм), заостренный, иногда может иметь небольшую зазубрину на вершине как следствие неодновременного охвата возбуждением правого и левого предсердий (но не более 0,02-0,03 с). По мере роста ребенка амплитуда зубца Р несколько снижается. С возрастом также меняется соотношение величины зубцов Р и R в стандартных отведениях. У новорожденных оно составляет 1:3, 1:4. по мере нарастания амплитуды зубца R и снижения амплитуды зубца Р это соотношение к 1-2 годам уменьшается до 1:6, а после 2-х лет становится таким же, как и у взрослых, – 1:8; 1:10.

Чем меньше ребенок, тем меньше продолжительность зубца Р. Она увеличивается в среднем от 0,05 с у новорожденных до 0,09 с у старших детей и взрослых (Табл. 3 приложения).

5.2. Особенности интервала PQ (PR) у детей. Продолжительность интервала PQ зависит от ЧСС (чем больше ЧСС, тем короче интервал PQ) и от возраста. По мере роста детей происходит заметное увеличение продолжительности интервала PQ: от 0,08-0,14 с в первые 2 дня жизни до 0,09-0,18 с в более старших возрастных группах (Табл. 4 приложения).

5.3. Особенности комплекса QRS у детей. У детей время охвата возбуждением желудочков (интервал QRS) с возрастом увеличивается: в среднем от 0,045 с у новорожденных до 0,07-0,08 с у старших детей и взрослых (Табл. 5 приложения).

5.3.1. Зубец Q. У детей, как и у взрослых, регистрируется непостоянно, чаще во II, III, aVF, левых грудных (V₄-V₆) отведениях, реже в I и aVL отведениях. В отведении aVR определяется глубокий и широкий зубец Q типа Qr или комплекс QS. В правых грудных отведениях зубцы Q, как правило, не регистрируются. В V₁ комплекс QRS обычно имеет вид qRS. У детей раннего возраста зубец Q в I, II стандартных отведениях нередко отсутствует или слабо выражен, а у детей первых 3-х месяцев – ещё и в V₅, V₆. Таким образом, частота регистрации зубца Q в различных отведениях увеличивается с возрастом ребёнка.

По амплитуде зубцы Q в большинстве отведений небольшие (1-3 мм) и их величина мало меняется с возрастом ребенка, кроме двух отведений – III стандартного и aVR.

В III стандартном отведении во всех возрастных группах зубец Q в среднем также небольшой величины (2 мм), но может быть глубоким и достигать до 5 мм у новорожденных и грудных детей; в раннем и дошкольном возрасте – до 7-9 мм и только у школьников начинает уменьшаться, достигая максимум до 5 мм. Стабилизация зубца Q на уровне 3 мм отмечается в возрасте 9-11 лет. Иногда и у здоровых взрослых регистрируется глубокий зубец Q в III стандартном отведении (до 4-7 мм). Во всех возрастных группах детей величина зубца Q в этом отведении может превышать ¼ величины зубца R.

В отведении aVR зубец Q имеет максимальную глубину, которая увеличивается с возрастом ребенка: от 1,5-2 мм у новорожденных до 5 мм в среднем (с максимумом 7-8 мм) у

грудных детей и в раннем возрасте, до 7 мм в среднем (с максимумом 11 мм) у дошкольников и до 8 мм в среднем (с максимумом 14 мм) у школьников. По продолжительности зубец Q не должен превышать 0,02-0,03 с.

5.3.2. Зубец R. У детей так же, как и у взрослых, зубцы R обычно регистрируются во всех отведениях, только в aVR они могут быть небольшой величины или отсутствовать (иногда и в отведении V₁). Отмечаются значительные колебания амплитуды зубцов R в различных отведениях от 1-2 мм до 15 мм, но допускается максимальная величина зубцов R в стандартных отведениях до 20 мм, а в грудных – до 25 мм. Амплитуда зубцов R в различных отведениях зависит от положения электрической оси сердца (важно оценивать соотношение величины зубцов R и S в разных отведениях), поэтому меняется у детей различных возрастных групп. У новорожденных достаточно велика амплитуда зубца R в III стандартном отведении, так как электрическая ось сердца отклонена вправо. После 1-го месяца амплитуда зубца R_{III} уменьшается, величина зубцов R в остальных отведениях постепенно нарастает. Это особенно заметно во II и I стандартных и в левых (V₄-V₆) грудных отведениях, достигая максимума в школьном возрасте. С возрастом в V₁ уменьшается амплитуда зубца R и увеличивается амплитуда S. Это отражает уменьшение нагрузки на правый желудочек, связанное с переходом на постнатальный тип кровообращения. В левых грудных отведениях отмечается обратная динамика, связанная с увеличением массы миокарда левого желудочка и усилением его функции.

При нормальном положении электрической оси сердца во всех отведениях от конечностей (кроме aVR) регистрируются высокие зубцы R с максимумом R_{II}. В грудных отведениях амплитуда зубцов R нарастает слева направо от V₁ (зубец r) к V₄ с максимумом R_{V4}, далее несколько снижается, но зубцы R в левых грудных отведениях выше, чем в правых. В норме в отведении V₁ зубец R может отсутствовать и тогда регистрируется комплекс типа QS. У детей редко допускается комплекс типа QS также в отведениях V₂, V₃.

У новорожденных детей допускается электрическая альтернация – колебания высоты зубцов R в одном и том же отведении. К вариантам возрастной нормы относится также дыхательная альтернация зубцов ЭКГ.

У детей на зубцах R (иногда S) нередко обнаруживаются утолщения, зазубрины, расщепления. Их наличие несущественно, если они выявляются лишь в одном отведении, в переходной зоне или на зубцах малого вольтажа. Степень их значимости увеличивается, если они располагаются близко у вершины зубцов, имеющих достаточно большую амплитуду, и выявляются в нескольких отведениях. В таких случаях говорят о нарушении распространения возбуждения по миокарду того или иного желудочка.

У детей часто встречается деформация комплекса QRS в виде букв «М» или «W» в III стандартном и V₁ отведениях во всех возрастных группах, начиная с периода новорожденности. При этом длительность комплекса QRS не превышает возрастную норму. Расщепление комплекса QRS у здоровых детей в V₁ обозначают как «синдром замедленного возбуждения правого наджелудочкового гребешка» или «неполная блокада правой ножки пучка Гиса». Происхождение этого феномена связывают с возбуждением гипертрофированного правого «наджелудочкового гребешка», расположенного в области лёгочного конуса правого желудочка, возбуждающегося последним. Также имеет значение положение сердца в грудной клетке и меняющаяся с возрастом электрическая активность правого и левого желудочков.

Интервал внутреннего отклонения (время активации правого и левого желудочков) у детей меняется следующим образом. Время активации левого желудочка (V₆) нарастает от 0,025 с у новорожденных до 0,045 с у школьников, отражая опережающее нарастание массы левого желудочка. Время активации правого желудочка (V₁) с возрастом ребенка практически не изменяется, составляя 0,02-0,03 с.

У детей раннего возраста происходит изменение локализации переходной зоны (грудное отведение, в котором регистрируются одинаковые по амплитуде зубцы R и S) в связи с изменением положения сердца в грудной клетке (повороты вокруг осей) и изменением электрической активности правого и левого желудочков. У новорожденных детей переходная зона находится в отведении V_5 , что характеризует доминирование электрической активности правого желудочка. В возрасте 1 месяца происходит смещение переходной зоны в отведения V_3, V_4 , а после 1 года она локализуется там же, где и у старших детей и взрослых – в V_3 с колебаниями V_2-V_4 . Вместе с нарастанием амплитуды зубцов R и углублением зубцов S в соответствующих отведениях, и увеличением времени активации левого желудочка это отражает повышение электрической активности левого желудочка.

5.3.3. Зубец S. У детей так же, как и у взрослых, амплитуда зубцов S в различных отведениях колеблется в больших пределах: от отсутствия в немногих отведениях до 15-16 мм максимально в зависимости от положения электрической оси сердца. Амплитуда зубцов S меняется с возрастом ребенка. Наименьшую глубину зубцов S имеют новорожденные дети во всех отведениях (от 0 мм до 3 мм), кроме I стандартного, где зубец S достаточно глубокий (в среднем 7 мм, максимально до 13 мм). Это отражает отклонение электрической оси сердца вправо.

У детей старше 1-го месяца глубина зубца S в I стандартном отведении уменьшается и в дальнейшем во всех отведениях от конечностей (кроме aVR) регистрируются зубцы S небольшой амплитуды (от 0 мм до 4 мм) так же, как и у взрослых. У здоровых детей в I, II, III, aVL и aVF отведениях зубцы R обычно больше зубцов S.

По мере роста ребенка отмечается углубление зубцов S в грудных отведениях V_1-V_4 и в отведении aVR с достижением максимальной величины в старшем школьном возрасте. В левых грудных отведениях V_5-V_6 , наоборот, амплитуда зубцов S уменьшается, нередко они вообще не регистрируются. В грудных отведениях глубина зубцов S уменьшается слева направо от V_1 к V_4 , имея наибольшую глубину в отведениях V_1 и V_2 .

Иногда у здоровых детей с астеническим телосложением, с так называемым «висячим» или «капельным» сердцем, регистрируется S-тип ЭКГ. При этом зубцы S во всех стандартных (S_I, S_{II}, S_{III}) и в грудных отведениях равны или превышают зубцы R со сниженной амплитудой. Высказывается мнение, что это обусловлено поворотом сердца вокруг поперечной оси верхушкой кзади и вокруг продольной оси правым желудочком вперед. При этом практически невозможно определить угол α , поэтому его и не определяют. Если зубцы S неглубокие и нет смещения переходной зоны влево, то можно предполагать, что это вариант нормы. Чаще S-тип ЭКГ определяется при патологии.

К вариантам возрастной нормы относится «гребешковый синдром», уже упоминавшийся выше, т.е. замедленное возбуждение правого наджелудочкового гребешка – расширение и зазубренность на восходящем колене зубца S в отведении V_1 , иногда V_2 .

5.4. Особенности сегмента ST у детей. Так же, как и у взрослых, у детей сегмент ST должен быть изоэлектричен, но в нормальной ЭКГ сегмент ST полностью не совпадает с изоэлектрической линией. Строго горизонтальное направление сегмента ST во всех отведениях, кроме III, может рассматриваться как патология. Допускаются смещения сегмента ST вверх и вниз до 1 мм в отведениях от конечностей и до 1,5-2 мм – в грудных, особенно в правых. Эти смещения не означают патологии, если нет других изменений на ЭКГ. У старших детей и подростков может быть элевация ST до 4 мм вследствие ранней реполяризации желудочков, более выраженное в правых прекардиальных отведениях (V_2-V_3). У новорожденных нередко сегмент ST не выражен и зубец S при выходе на изолинию сразу переходит в полого поднимающийся зубец T.

5.5. Особенности зубца Т у детей. У старших детей, как и у взрослых, в большинстве отведений зубцы Т положительные (в I, II стандартных, aVF, V₄-V₆). В III стандартном и aVL отведениях зубцы Т могут быть сглаженными, двухфазными или отрицательными; в правых грудных отведениях (V₁-V₃) чаще отрицательные или сглаженные; в отведении aVR – всегда отрицательные.

Самые большие отличия зубцов Т отмечаются у новорожденных детей. У них в стандартных отведениях зубцы Т низкоамплитудны (от 0,5 мм до 1,5-2 мм) или сглажены. В ряде отведений, где зубцы Т у детей других возрастных групп и взрослых в норме положительные, у новорожденных они отрицательны и наоборот. Так, у новорожденных могут быть отрицательными зубцы Т в I, II стандартных, в усиленных однополюсных и в левых грудных отведениях; могут быть положительными в III стандартном и правых грудных отведениях. К 2-4 неделям жизни происходит инверсия зубцов Т, т.е. в I, II стандартных, aVF и левых грудных (кроме V₄) отведениях они становятся положительными, в правых грудных и V₄ – отрицательными, в III стандартном и aVL – могут быть сглаженными, двухфазными или отрицательными. В последующие годы сохраняются отрицательные зубцы Т в отведении V₄ до 5-11 лет, в отведении V₃ – до 10-15 лет, в отведении V₂ – до 12-16 лет, хотя в отведениях V₁ и V₂ отрицательные зубцы Т допускаются в ряде случаев и у здоровых взрослых. Возрастная динамика изменений зубцов Т в грудных отведениях представлена в таблице 3.

Таблица 3. Амплитуда зубца Т у детей различного возраста (Протокол ЦСССА ФМБА России)

Возраст	«+»	сглаженный	«-»
0-5 день	I, II, V ₆	III, aVF	aVR, V ₁ -V ₅
6 дней – 2 года	I, II, aVF, V ₆	III, V ₅	aVR, V ₁ -V ₄
3-12 лет	I, II, aVF, V ₅ , V ₆	III, V ₄	aVR, V ₁ -V ₃
старше 14 лет	I, II, aVF, V ₅ , V ₆	V ₂ -V ₄	aVR

После 1-го месяца жизни амплитуда зубцов Т постепенно увеличивается, составляя у детей раннего возраста от 1 до 5 мм в стандартных отведениях и от 1 до 8 мм – в грудных. У школьников величина зубцов Т доходит до уровня взрослых и колеблется от 1 до 7 мм в стандартных отведениях и от 1 до 12-15 мм – в грудных. Наибольшую величину имеет зубец Т в отведении V₄, иногда в V₃, а в отведениях V₅, V₆ его амплитуда снижается.

5.6. Особенности интервала QT у детей (электрическая систола). Анализ электрической систолы дает возможность оценить функциональное состояние миокарда. Для детей раннего возраста, особенно на 1-ом году жизни, характерна электрическая нестабильность миокарда, усугубляющаяся при любом патологическом процессе в организме ребенка, что находит отражение на ЭКГ. Можно выделить следующие особенности электрической систолы у детей, отражающие меняющиеся с возрастом электрофизиологические свойства миокарда.

- Увеличение продолжительности интервала QT по мере роста ребенка и урежения ЧСС от 240-270 мс у новорожденных до 330-400 мс у старших детей и взрослых (Табл. 7 приложения). Показатель отражает время, в течение которого желудочки находятся в электрически активном состоянии.
- С возрастом меняется соотношение между длительностью электрической систолы и длительностью сердечного цикла, что отражает систолический показатель (СП). У новорожденных детей длительность электрической систолы занимает более половины (СП=55-60%) длительности сердечного цикла, а у старших детей и взрослых – 1/3 или чуть

больше (37-44%), т.е. с возрастом СП уменьшается.

- С возрастом изменяется соотношение продолжительности фаз электрической систолы: фазы возбуждения (от начала зубца Q до начала зубца T) и фазы восстановления, т.е. быстрой реполяризации (продолжительность зубца T). У новорожденных на восстановительные процессы в миокарде затрачивается времени больше, чем на фазу возбуждения. У детей раннего возраста эти фазы занимают приблизительно одинаковое время. У 2/3 дошкольников и большинства школьников так же, как и у взрослых, большее время затрачивается на фазу возбуждения.
- Изменения электрической систолы у детей встречаются достаточно часто, особенно в раннем возрасте, отражая электрическую нестабильность миокарда, усугубляющуюся при любом патологическом процессе в организме ребёнка.

ПОДВОДЯ ИТОГИ, МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТСКИХ ЭКГ:

1. Сердечный ритм более частый, отмечаются его лабильность и большие индивидуальные колебания показателей. С возрастом ребёнка происходит урежение ЧСС и стабилизация сердечного ритма.
2. Часто регистрируется синусовая аритмия.
3. Снижение вольтажа зубцов комплекса QRS в первые дни жизни с последующим увеличением их амплитуды.
4. Отклонение электрической оси сердца вправо у новорожденных детей с постепенным переходом к вертикальному положению в раннем возрасте, а в последующем – к нормограмме, но сохраняется большая частота вертикального положения даже у подростков и молодых людей.
5. Меньшая длительность интервалов, зубцов, комплексов ЭКГ как следствие более быстрого проведения возбуждения, с постепенным их увеличением с возрастом.
6. Наличие высоких заострённых зубцов P у новорожденных и детей раннего возраста с последующим снижением их амплитуды.
7. Частота регистрации зубца Q в различных отведениях увеличивается с возрастом. Зубец Q наиболее выражен в aVF и, особенно, в III стандартном отведении, где он может быть глубоким, особенно в раннем и дошкольном возрасте, и превышать $\frac{1}{4}$ величины зубца R.
8. Нередко регистрируется деформация начального желудочкового комплекса QRS в виде букв W или M в III стандартном и V1 отведениях во всех возрастных периодах – синдром замедленного возбуждения правого наджелудочкового гребешка.
9. С возрастом меняется амплитуда зубцов R и S и их соотношение в разных отведениях, что отражает изменение положения сердца в грудной клетке и влияние других факторов.
10. Низкая амплитуда зубцов T у новорожденных детей с последующим её повышением. Наличие отрицательных зубцов T в правых грудных (V1-V3) и в V4 отведениях дошкольного возраста.
11. С возрастом происходит нарастание времени активации левого желудочка (длительность интервала внутреннего отклонения в V6) и смещение переходной зоны от V5 у новорожденных детей к V3 (V2-V4) после 1 года жизни.
12. С возрастом увеличивается продолжительность электрической систолы, но уменьшается её продолжительность по отношению к продолжительности сердечного цикла (уменьшение СП), а также изменяется соотношение между фазами электрической систолы в сторону увеличения продолжительности фазы возбуждения.

Некоторые ЭКГ-изменения (синдромы) у практически здоровых детей можно отнести к вариантам возрастной нормы (транзиторные изменения). К ним относятся:

- умеренно выраженная синусовая тахи- или брадикардия;
- дыхательная (электрическая) альтернация зубцов ЭКГ, связанная со значительными экскурсиями диафрагмы;
- средний правопредсердный ритм;
- миграция водителя ритма между синусовым узлом и среднепредсердными центрами автоматизма у подростков;
- «гребешковый» синдром – замедленное возбуждение правого наджелудочкового гребешка – деформация комплекса QRS в III и V₁ отведениях или зазубренность зубца S в отведениях V₁ и/или V₂;
- синдром ранней реполяризации желудочков - подъем сегмента ST (до 4 мм), более выраженный в правых прекардиальных отведениях (V₂-V₃), встречается у детей старшего возраста и подростков.

6. ЭКГ ПРИЗНАКИ, НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ПЕРИОДОВ ДЕТСТВА

ПЕРИОД НОВОРОЖДЕННОСТИ (РИС. 17, 18)

1. В первые 7-10 дней жизни тенденция к брадикардии (ЧСС 100-120 ударов в 1 мин) с последующим учащением ЧСС до 120-160 в 1 мин. Выраженная лабильность ЧСС с большими индивидуальными колебаниями.
2. Снижение вольтажа зубцов комплекса QRS в первые 5-10 дней жизни с последующим увеличением их амплитуды.
3. Отклонение электрической оси сердца вправо (угол α 90°-170°).
4. Зубец Р относительно большей величины (2,5-3мм) в сравнении с зубцами комплекса QRS (соотношение P/R 1:3, 1:4), часто заостренный.
5. Интервал PQ не превышает 130 мс.
6. Зубец Q непостоянный, как правило, отсутствует в I стандартном и в правых грудных (V₁-V₃) отведениях, может быть глубоким до 5 мм в III стандартном и aVF отведениях.
7. Зубец R в I стандартном отведении низкий, а в III стандартном – высокий, при этом R_{III}>R_{II}>R_I, довольно высокие зубцы R в aVF и правых грудных отведениях. Зубец S глубокий в I, II стандартных, aVL и в левых грудных отведениях. Вышеперечисленное отражает отклонение ЭОС вправо.
8. Отмечается низкая амплитуда или сглаженность зубцов Т в отведениях от конечностей. В первые 7-14 дней зубцы Т положительные в правых грудных отведениях, а в I и в левых грудных – отрицательные. К 2-4 неделям жизни происходит инверсия зубцов Т, т.е. в I стандартном и левых грудных они становятся положительными, а в правых грудных и V₄ – отрицательными, оставаясь такими и в дальнейшем вплоть до школьного возраста.

ГРУДНОЙ ВОЗРАСТ (1 МЕСЯЦ – 1 ГОД) (РИС. 19)

1. ЧСС несколько уменьшается (в среднем 120-130 в 1 мин.) при сохранении лабильности ритма.
2. Нарастает вольтаж зубцов комплекса QRS, нередко он выше, чем у старших детей и взрослых за счет меньшей толщины грудной клетки.
3. У большинства грудных детей ЭОС переходит в вертикальное положение, часть детей имеет нормограмму, но допускаются ещё значительные колебания угла α (от 30° до 120°).

4. Зубец Р отчетливо выражен в I, II стандартных отведениях, а соотношение амплитуды зубцов Р и R уменьшается до 1:6 за счет увеличения высоты зубца R.
5. Длительность интервала PQ не превышает 130 мс.
6. Зубец Q регистрируется непостоянно, чаще отсутствует в правых грудных отведениях. Его глубина нарастает в III стандартном и aVF отведениях (до 7 мм).
7. Нарастает амплитуда зубцов R в I, II стандартных и в левых грудных (V₄-V₆) отведениях, а в III стандартном – уменьшается. Глубина зубцов S уменьшается в I стандартном и в левых грудных отведениях и увеличивается в правых грудных (V₁-V₃). Однако в V₁ амплитуда зубца R, как правило, ещё преобладает над величиной зубца S. Перечисленные изменения отражают смещение ЭОС от правограммы к вертикальному положению.
8. Нарастает амплитуда зубцов Т, и к концу 1 года соотношение зубцов Т и R составляет 1:3, 1:4.

ЭКГ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА (1-3 ГОДА) (РИС.20)

1. ЧСС уменьшается в среднем до 110-120 в 1 минуту. У части детей появляется синусовая аритмия.
2. Сохраняется высокий вольтаж зубцов комплекса QRS.
3. Положение ЭОС: 2/3 детей сохраняют вертикальное положение, а 1/3 – имеет нормограмму.
4. Соотношение амплитуды зубцов Р и R в I, II стандартных отведениях уменьшается до 1:6, 1:8 за счет нарастания зубца R, а после 2-х лет становится таким же, как и у взрослых (1:8, 1:10).
5. Длительность интервала PQ не превышает 140 мс.
6. Зубцы Q чаще неглубокие, но в некоторых отведениях, особенно в III стандартном, их глубина становится ещё больше (до 9 мм), чем у детей 1-го года жизни.
7. Продолжаются те же изменения амплитуды и соотношение зубцов R и S, которые отмечались у грудных детей, но они более выражены.
8. Происходит дальнейшее нарастание амплитуды зубцов Т и их соотношение с зубцом R в I, II стандартных отведениях доходит до 1:3 или 1:4, как у старших детей и взрослых. Сохраняется отрицательное направление зубца Т (варианты – двухфазность, сглаженность) в III стандартном и правых грудных отведениях до V₄, что нередко сопровождается смещением вниз сегмента ST (до 2 мм).

ЭКГ У ДОШКОЛЬНИКОВ (3-6 ЛЕТ) (РИС. 21)

1. ЧСС урежается в среднем до 100 в 1 минуту, нередко регистрируется умеренная или выраженная синусовая аритмия.
2. Сохраняется высокий вольтаж зубцов комплекса QRS.
3. Положение ЭОС нормальное или вертикальное и очень редко отмечается отклонение вправо и горизонтальное положение.
4. Длительность PQ не превышает 150 мс.
5. Зубцы Q в различных отведениях регистрируются чаще, чем в предыдущих возрастных группах. Сохраняется относительно большая глубина зубцов Q в III стандартном и aVF отведениях (до 7-9 мм) по сравнению с таковой у детей более старшего возраста и взрослых.
6. Соотношение величины зубцов R и S в стандартных отведениях меняется в сторону ещё большего увеличения зубца R в I, II стандартных отведениях и уменьшение глубины зубца

S. Уменьшается высота зубцов R в правых грудных отведениях, а в левых грудных – увеличивается. Глубина зубцов S уменьшается слева направо от V₁ к V₅, V₆.

ЭКГ У ШКОЛЬНИКОВ (7-15 ЛЕТ) (РИС. 22, 23)

ЭКГ школьников приближается к ЭКГ взрослых людей, но ещё имеются некоторые отличия:

1. ЧСС уменьшается в среднем у младших школьников до 85-90 в 1 минуту, у старших школьников – до 70-80 в 1 минуту, но отмечаются колебания ЧСС в больших пределах. Часто регистрируется умеренно выраженная и выраженная синусовая аритмия.
2. Несколько снижается вольтаж зубцов комплекса QRS, приближаясь к аналогичному у взрослых.
3. Положение ЭОС: чаще (50%) нормальное, реже (30%) вертикальное, редко (10%) горизонтальное.
4. Продолжительность интервалов ЭКГ приближается к таковой у взрослых. Длительность PQ не превышает 170-180 мс.
5. Характеристики зубцов Р и Т такие же, как у взрослых. Отрицательные зубцы Т сохраняются в отведении V₄ до 5-11 лет, в V₃ – до 10-15 лет, в V₂ – до 12-16 лет, хотя в отведениях V₁ и V₂ отрицательные зубцы Т допускаются и у здоровых взрослых.
6. Зубец Q регистрируется непостоянно, но чаще, чем у детей раннего возраста. Его величина становится меньше, чем у дошкольников, но в III ст. отведении он может быть глубоким (до 5-7 мм).
7. Амплитуда и соотношение зубцов R и S в различных отведениях приближается к таковым у взрослых.

Задание: На рис. 17-23 представлены ЭКГ, иллюстрирующие особенности у здоровых детей различных возрастных групп. Для отработки практических навыков проведите анализ этих ЭКГ, пользуясь алгоритмом (п.7 раздела IV «Анализ и характеристика элементов ЭКГ»).

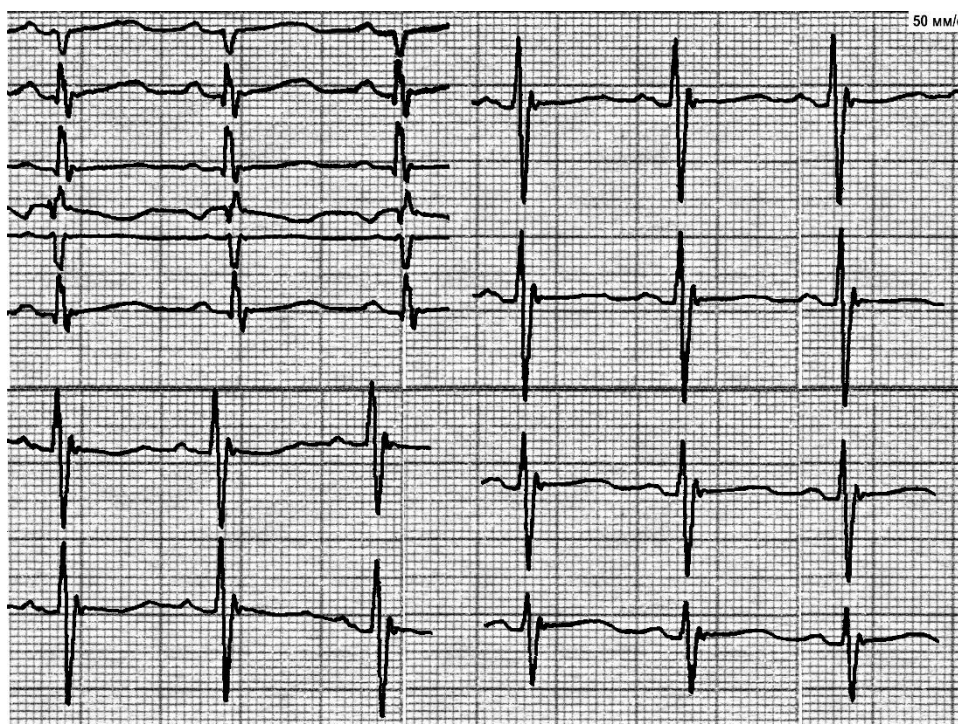


Рис. 17. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 5 дней.

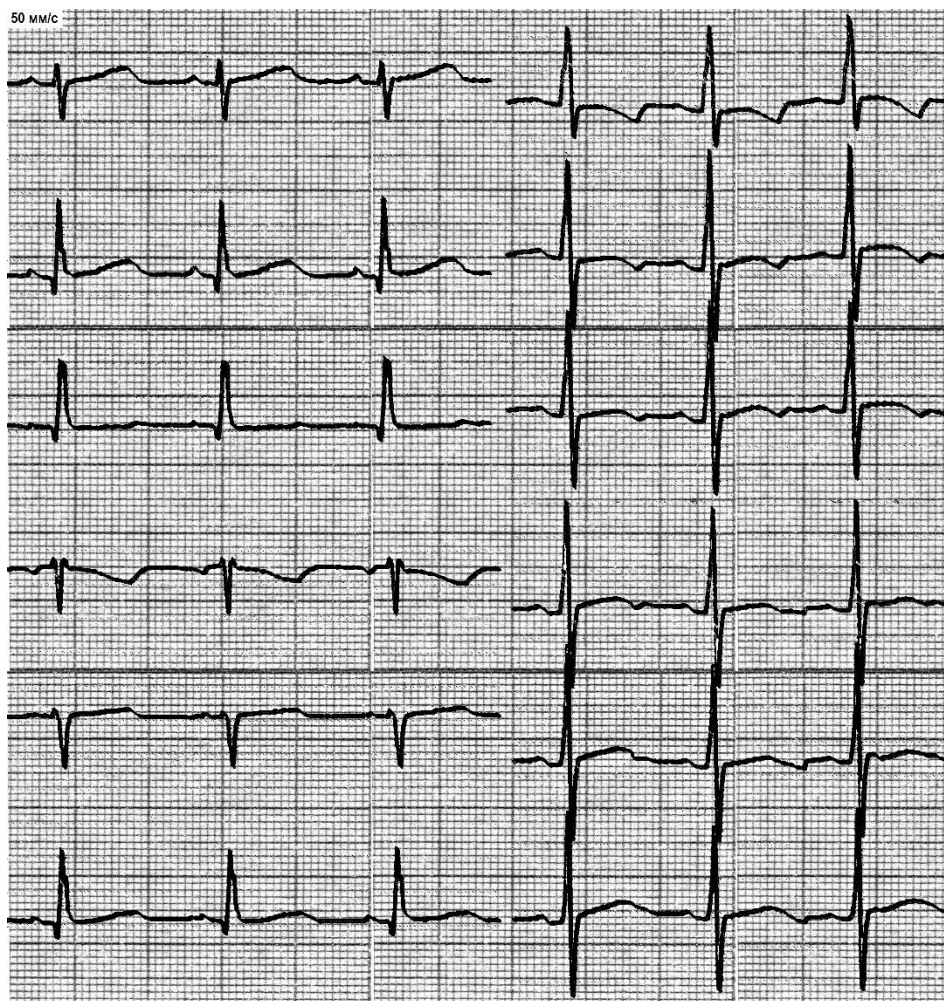


Рис. 18. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 20 дней.

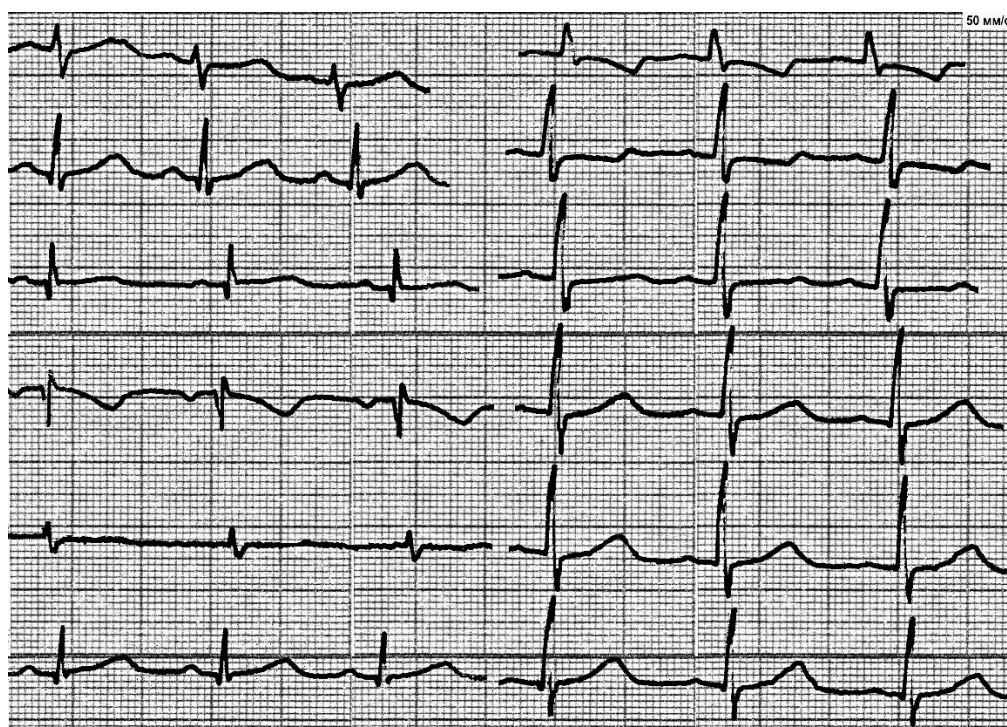


Рис. 19. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 10 мес.

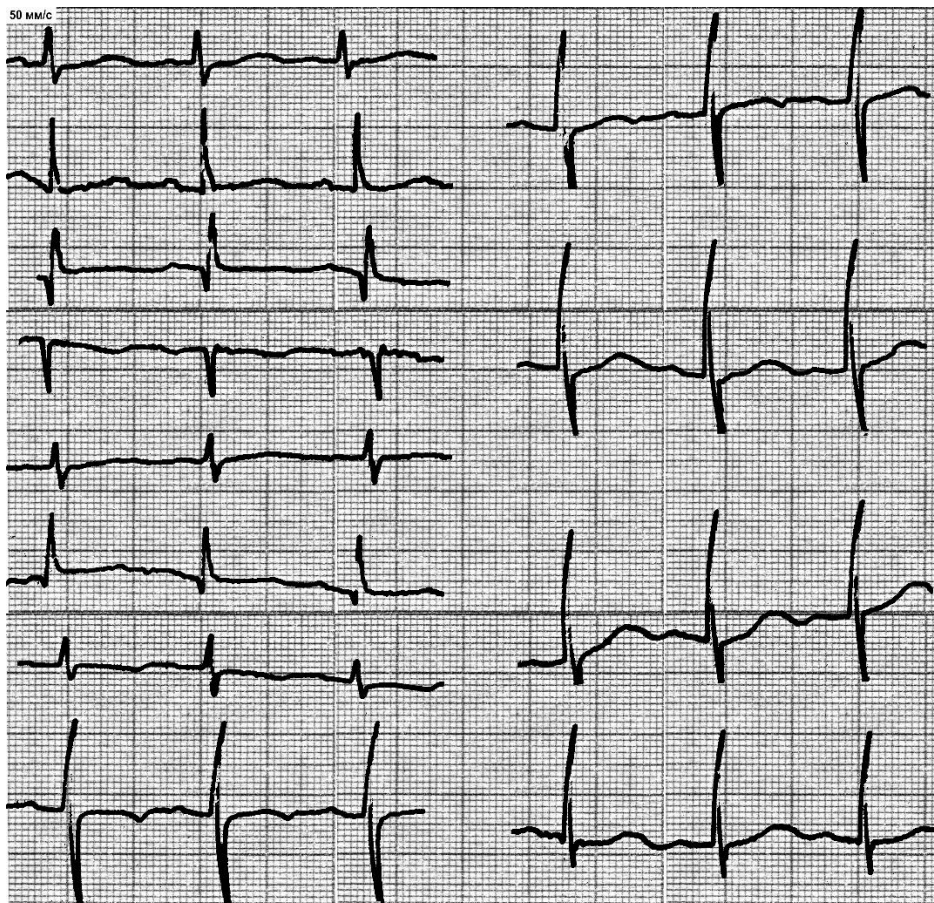


Рис. 20. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 2 года.

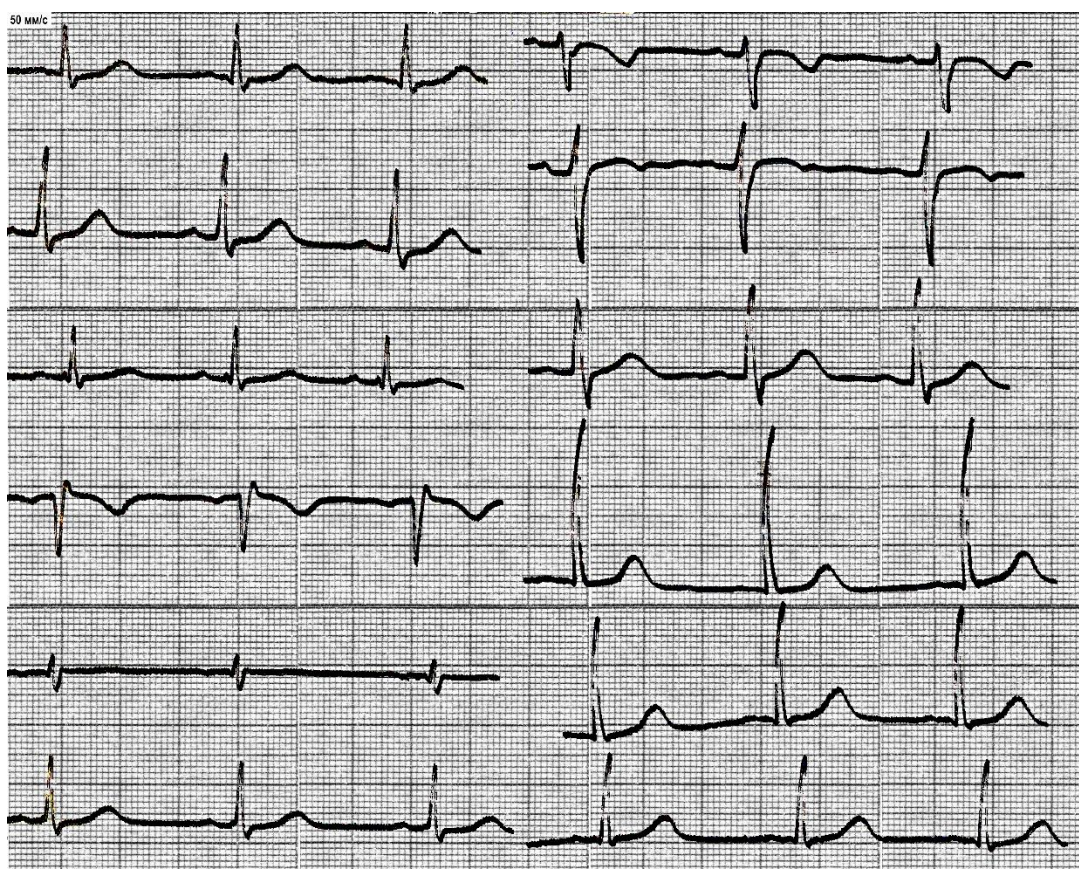


Рис. 21. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 5 лет.

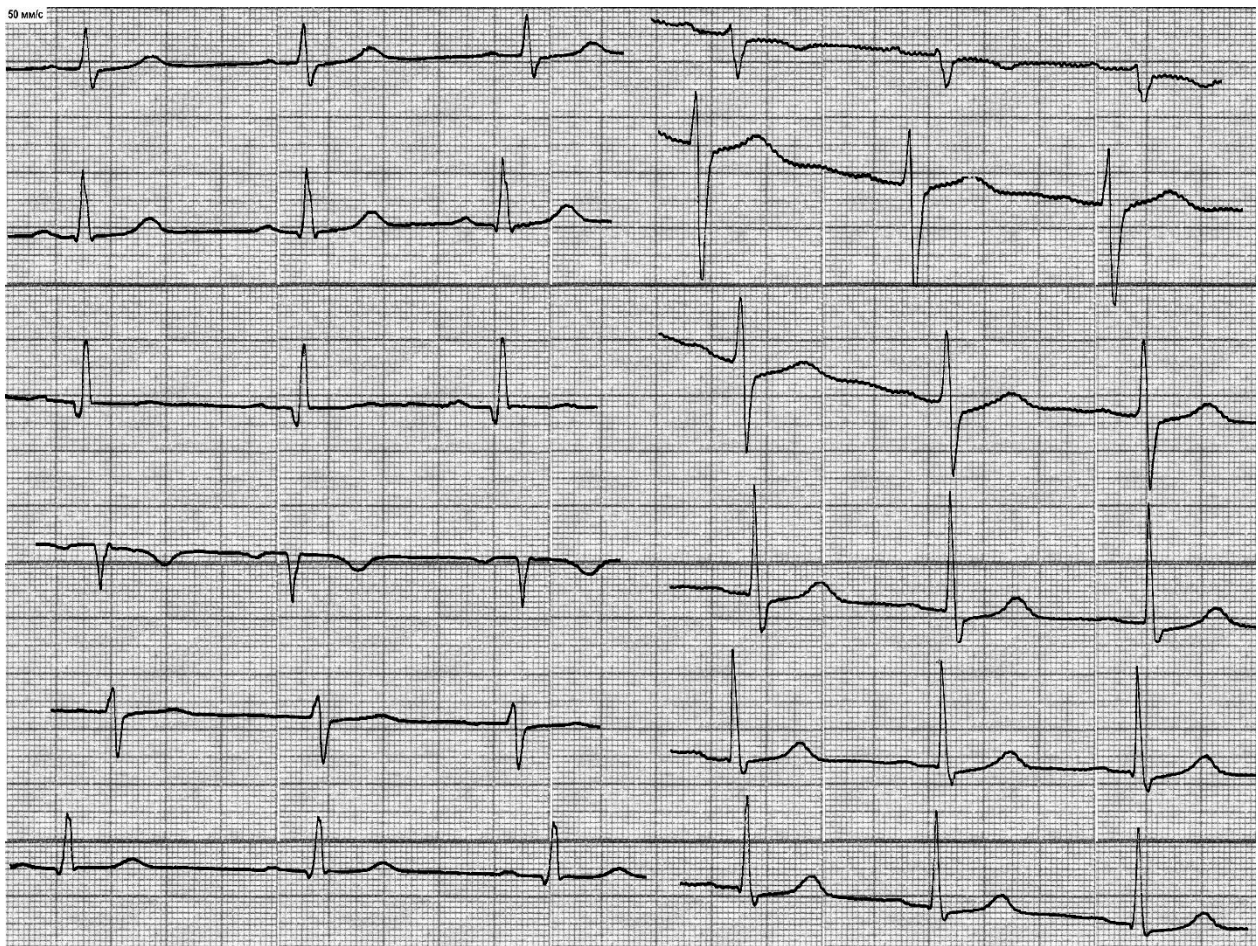


Рис. 22. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 11 лет.

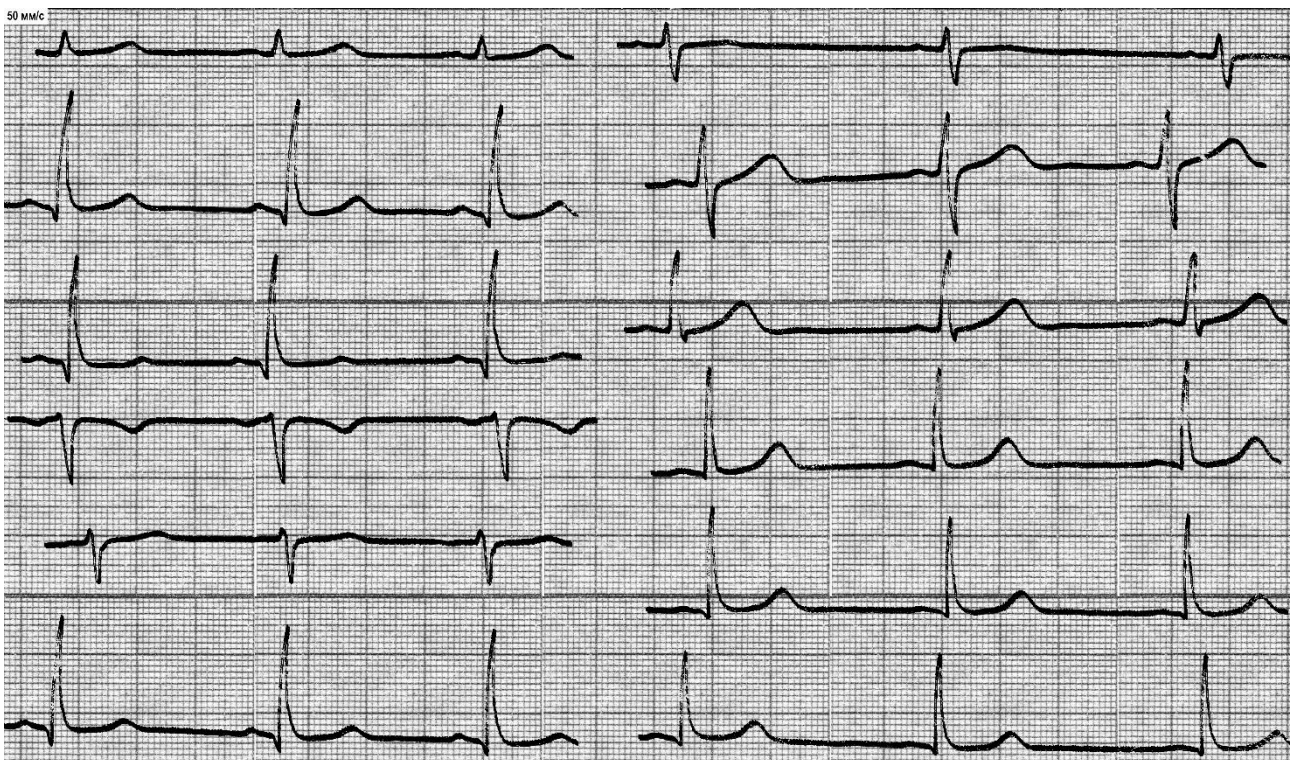


Рис. 23. ЭКГ здорового ребёнка в возрасте 14 лет.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие особенности сердечного ритма отмечаются у детей?
2. Чем объясняется нестабильность сердечного ритма у детей?
3. Какие особенности проводимости отмечаются у детей?
4. Какие особенности вольтажа зубцов ЭКГ отмечаются у детей, как меняется вольтаж с возрастом?
5. Как меняется положение ЭОС у детей с возрастом? Чем объясняются такие особенности?
6. Какие особенности положения и соотношения векторов QRS, P и T отмечаются у детей? Как они меняются с возрастом?
7. Какие особенности зубцов P отмечаются у детей? Чем они объясняются?
8. Какие особенности зубцов Q отмечаются у детей? Какие изменения происходят с возрастом?
9. Какие особенности зубцов R отмечаются у детей?
10. Как меняется локализация переходной зоны у детей с возрастом?
11. Чем объясняется деформация комплекса QRS в виде буквы «М» или «W» у здоровых детей («гребешковый синдром»)?
12. Какие особенности зубцов S отмечаются у детей?
13. Какие особенности сегмента ST отмечаются у детей?
14. Какие особенности зубцов T отмечаются у детей?
15. Какие особенности комплекса QRST (электрической систолы) отмечаются у детей? Как они меняются с возрастом ребенка?
16. Перечислите основные общие особенности детских ЭКГ.
17. Какие ЭКГ-изменения (синдромы) у здоровых детей можно отнести к вариантам возрастной нормы?
18. Какие ЭКГ-признаки наиболее характерны для детей различных возрастных периодов?

РАЗДЕЛ VII

СЕМИОТИКА ОСНОВНЫХ ЭКГ-СИНДРОМОВ И НАРУШЕНИЙ

1. НАРУШЕНИЯ РИТМА СЕРДЦА И ПРОВОДИМОСТИ

Нарушением ритма сердца или аритмией называется любой сердечный ритм, который не является регулярным синусовым ритмом нормальной частоты. Аритмии – это результат изменения основных функций сердца: автоматизма, возбудимости и проводимости, чаще всего сочетанного характера.

Аритмии – это пограничные с физиологическими или патологические состояния, носящие транзиторный или постоянный характер. Они могут быть врожденные или приобретенные.

На основании клинико-инструментальных данных выделяют функциональные и органические нарушения ритма. Их отличительные особенности представлены в табл. 4.

Таблица 4. Дифференциальная диагностика функциональных и органических нарушений сердечного ритма

Функциональные нарушения ритма	Органические нарушения ритма
отсутствие признаков поражения сердца	наличие признаков поражения сердца
отсутствие нарушений гемодинамики	возможны нарушения гемодинамики
транзиторный характер	постоянный характер
отсутствие субъективных ощущений или они минимально выражены	наличие жалоб и клинических симптомов
доброкачественное течение	прогрессирующее или рецидивирующее течение

При стойких нарушениях ритма показано проведение суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру.

У детей нарушения ритма часто являются функциональными транзиторными состояниями, отражающими индивидуальные особенности развития ребенка на определенном возрастном этапе. Однако растет частота встречаемости аритмий на фоне врожденных пороков сердца, перенесенных инфекционных заболеваний, гипоксически-ишемического поражения на фоне патологии беременности.

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ АРИТМИЙ У ДЕТЕЙ

- Заболевания сердечно-сосудистой системы – врожденные и приобретенные пороки сердца и сосудов, кардиты, кардиомиопатии и др.
- Заболевания нервной, эндокринной, дыхательной, мочевой систем, органов пищеварения и др.
- Инфекционные заболевания.
- Токсические воздействия (лекарства, отравления и др.).
- Метаболические нарушения.
- Хирургические вмешательства и инвазивные методы обследования.

НАРУШЕНИЯ АВТОМАТИЗМА СИНУСОВОГО УЗЛА (НОМОТОПНЫЕ АРИТМИИ)

Аритмии, при которых повышена или снижена функция автоматизма синусового узла, но при этом последний остается водителем ритма, называются номотопными аритмиями.

СИНУСОВАЯ ТАХИКАРДИЯ – учащение синусового ритма в покое. Она может выявляться у практически здоровых детей или возникать на фоне патологии сердечно-сосудистой и других систем органов.

Основные причины:

- повышение симпатического тонуса (симпатикотония) при вегетативной дисфункции, эмоциональной или физической нагрузке;
- гипоксия;
- повышение температуры тела (при повышении температуры тела на 1°C ЧСС увеличивается на 10 ударов в минуту);
- синусовая тахикардия как проявление сердечной недостаточности на фоне заболеваний сердца;
- тиреотоксикоз;
- лекарственные, токсические воздействия;
- анемия, гиповолемия и другие причины.



Рис. 24. Синусовая тахикардия.
Ребёнок, 1 год. ЧСС 214 в мин.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СИНУСОВОЙ ТАХИКАРДИИ:

1. ЧСС превышает верхнюю границу возрастной нормы в состоянии покоя.
2. Водителем ритма остается синусовый узел (положительный Р в I, II, aVF, V₄-V₆ отведениях, отрицательный Р в aVR отведении, интервалы PQ одинаковые).
3. Ритм правильный (интервалы RR практически одинаковые).
4. Укорочены интервалы RR, TP.
5. При значительной тахикардии зубец Р может наслаиваться на зубец Т.
6. Тенденция к ригидности ритма.

СИНУСОВАЯ БРАДИКАРДИЯ – синусовый ритм с ЧСС, находящейся ниже границы возрастной нормы. Может быть физиологической: врожденной, связанной с конституциональными особенностями, и приобретенной (сон, отдых у спортсменов и др.) или патологической.

Основные причины:

- повышение тонуса блуждающего нерва (ваготония) при вегетативной дисфункции;
- инфекционно-токсическое воздействие (инфекции, желтухи);
- лечение сердечными гликозидами и другими лекарственными препаратами;
- повышение внутричерепного давления (менингит, гидроцефалия) и черепно-мозговые травмы;
- гипотиреоз;
- заболевания почек (нефриты) и желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь);
- заболеваниях сердца и др.;
- стойкая синусовая брадикардия может быть проявлением или предвестником синдрома слабости синусового узла (СССУ).



Рис. 25. Синусовая брадикардия.
Ребёнок, 14 лет. ЧСС 48 в мин.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СИНУСОВОЙ БРАДИКАРДИИ:

1. Урежение ЧСС, выходящие за пределы нижней границы возрастной нормы.
2. Водителем ритма остается синусовый узел.
3. Ритм правильный.
4. Удлинены интервалы RR, TP.

СИНУСОВАЯ АРИТМИЯ – колебания продолжительности сердечных циклов при сохранении синусового ритма.

В норме продолжительность интервалов RR не должна быть строго одинакова и у здоровых детей она обычно отличается на 0,03 - 0,10 с в зависимости от возраста.

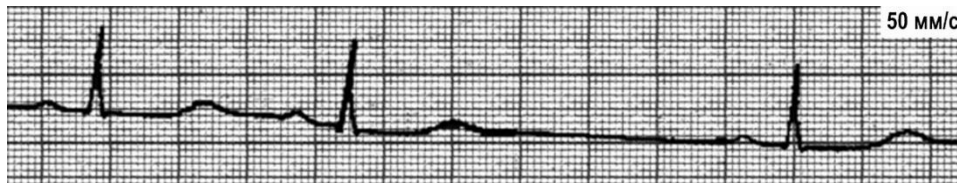
Чаще всего встречается синусовая дыхательная аритмия. Это чередующиеся периоды учащения и урежения ритма, связанные с дыханием. ЧСС увеличивается на вдохе (постепенное укорочение интервалов RR) и уменьшается на выдохе (постепенное удлинение интервалов RR). Дыхательная аритмия обусловлена колебаниями тонуса блуждающего нерва и (или) изменением кровенаполнения сердца во время дыхания и является возрастной особенностью здоровых детей, но может встречаться и при заболеваниях. Как правило, она исчезает при задержке дыхания или пробе с физической нагрузкой.

Недыхательная синусовая аритмия не исчезает при задержке дыхания. Может встречаться при синдроме вегетативной дисфункции, сердечно-сосудистых заболеваниях,

повышении внутричерепного давления и т.д. У здоровых детей встречается редко и требует обследования ребёнка.

В противоположность синусовой аритмии выделяют «ригидный ритм», когда отличия в продолжительности интервалов RR либо отсутствуют, либо колебания интервалов менее 0,02 с. Такой ритм может быть связан с нарушениями нейровегетативной регуляции, может встречаться при тахикардии, миокардитах у детей и свидетельствовать о повреждении пейсмекерных клеток синусового узла.

Рис. 26.
Синусовая аритмия.
Ребёнок, 13 лет.
ЧСС 44-78 в мин.



ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СИНУСОВОЙ АРИТМИИ:

1. Меняющаяся продолжительность интервалов RR. Разница максимальной и минимальной продолжительности RR превышает 10% от средней величины RR или колебания продолжительности интервалов RR больше 0,10-0,15 с.
2. Связь с фазами дыхания (увеличение ЧСС на вдохе и замедление на выдохе).
3. Водителем ритма остается синусовый узел (наличие P перед каждым QRS).

МИГРАЦИЯ ВОДИТЕЛЯ РИТМА - аритмия, для которой характерно постепенное от цикла к циклу перемещение источника ритма от синусового узла к АВ-соединению. Импульсы исходят последовательно в одном цикле – из синусового узла, в следующих циклах – из предсердий, далее – из атриовентрикулярного соединения и снова постепенно возвращаются к синусовому узлу. В отличие от «чистых» эктопических ритмов при миграции водителя ритма ведущая роль синусового узла только временно подавляется эктопическими очагами. Изменение водителя ритма может быть постепенным или внезапным. Миграция водителя ритма может наблюдаться у здоровых лиц (достаточно часто у детей) при ваготонии и при заболеваниях (кардиты, интоксикации, инфекции и др.).

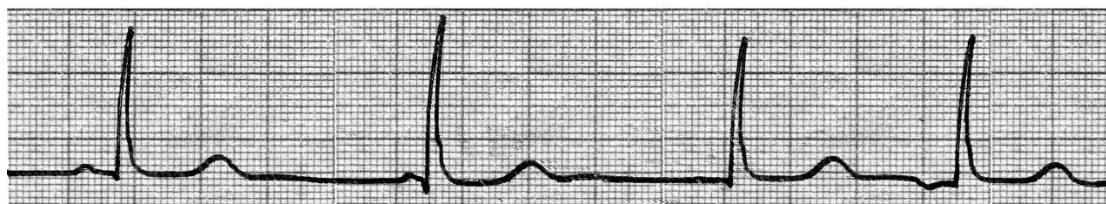


Рис. 27.
Миграция
водителя
ритма.
Ребёнок, 8 л.

ОСНОВНЫЕ ЭКГ-ПРИЗНАКИ МИГРАЦИИ ВОДИТЕЛЯ РИТМА:

1. Изменение формы, амплитуды и направления зубцов P от цикла к циклу, вплоть до отсутствия P, особенно в отведении aVF, выявленное более чем в двух циклах.
2. Различная продолжительность интервалов PQ в сердечных циклах.
3. Нерезкие колебания продолжительности сердечных циклов (интервалов RR), так как ритм предсердных и атриовентрикулярных циклов несколько реже, чем ритм синусовых.
4. Неизмененные комплексы QRST.
5. Часто регистрируется при низкой ЧСС.

ЭКТОПИЧЕСКИЕ (ГЕТЕРОТОПНЫЕ) РИТМЫ И СОКРАЩЕНИЯ

Эктопическими ритмами и сокращениями называют ритмы или отдельные комплексы, импульсы для которых исходят из очага, расположенного вне синусового узла. Об эктопическом ритме говорят, когда на ЭКГ фиксируют подряд три и более одинаковых эктопических комплекса. Отдельные единичные и спаренные эктопические комплексы называют эктопическими сокращениями. Подобные сокращения или ритмы называются гетеротопными в отличие от номотопного синусового ритма.

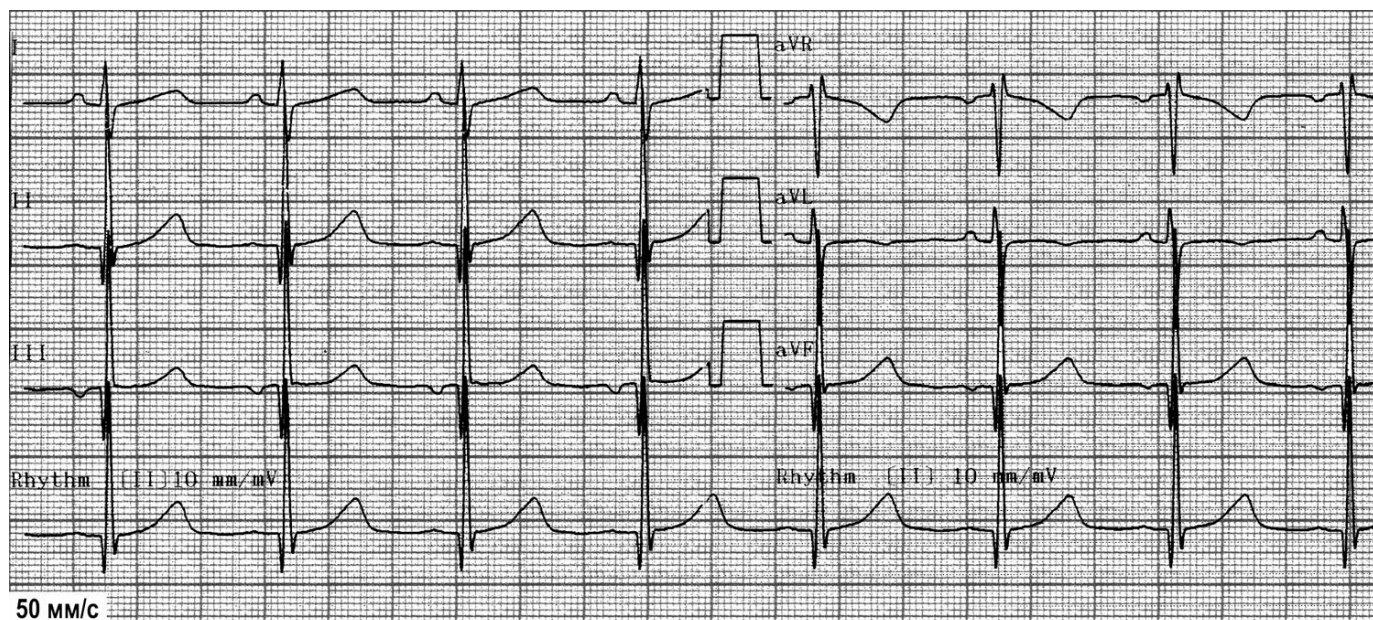
Эктопические ритмы возникают либо вследствие снижения автоматизма синусового узла или нарушения проведения синусовых импульсов по проводящей системе сердца, либо вследствие повышенной возбудимости гетеротопных очагов. В зависимости от этого выделяют два типа эктопических ритмов:

1. Активные, ускоренные. Ускорение ритма происходит вследствие повышенной возбудимости эктопического очага, что приводит к подавлению синусового узла. При этом ЧСС больше, а интервал RR меньше, чем при исходном синусовом ритме. К этим ритмам относятся различные виды экстрасистолии, пароксизмальной тахикардии и непароксизмальные тахикардии. Чаще они возникают на фоне различных патологических процессов (кардиты, интоксикации, CCCУ, нейроэндокринные дисфункции и др.).
2. Пассивные, медленные, замещающие. Вследствие снижения автоматизма синусового узла или нарушения проводимости начинают функционировать эктопические центры II или III порядка. При этом ЧСС меньше, а интервал RR больше, чем при исходном синусовом ритме. Эти ритмы возникают при ваготонии, CCCУ, блокадах синусовых импульсов и др.

В зависимости от места возникновения импульса различают предсердные, атрио-вентрикулярные и желудочковые эктопические ритмы или сокращения. В свою очередь, они могут быть ускоренными (активными) и замещающими (пассивными). Чем меньше возраст ребенка, тем выше частота как ускоренных, так и замещающих ритмов. Так, предсердная тахикардия у детей первых месяцев жизни может достигать 360 сокращений в минуту при полном проведении всех импульсов в желудочки, а замещающий ритм при полной АВ-блокаде в этом же возрасте может быть равным 90 в минуту. Такая частота гетеротропных ритмов не встречается у взрослых.

ПРЕДСЕРДНЫЙ ЭКТОПИЧЕСКИЙ РИТМ

В предсердиях расположены эктопические центры II порядка: в верхней, средней и нижней части правого и левого предсердий, а также в области устья коронарного синуса (в нижней части правого предсердия). Волна возбуждения по предсердиям идет необычным путем, поэтому изменяется форма, амплитуда и направление зубцов Р. Для нижнепредсердного эктопического ритма характерны отрицательные зубцы Р, так как волна возбуждения распространяется ретроградно (снизу-вверх).



ОСНОВНЫЕ ЭКГ-ПРИЗНАКИ ПРЕДСЕРДНОГО РИТМА:

1. Зубцы Р деформированные, сглаженные, двухфазные или отрицательные в тех отведениях, где должны быть положительными.
2. Интервал PQ не изменен или умеренно укорочен.
3. Комплекс QRST не изменен, интервалы RR одинаковые.
4. При ритме коронарного синуса зубцы Р отрицательные, а во II, III и aVF отведениях заостренные, интервал PQ укорочен.

АТРИОВЕНТИРКУЛЯРНЫЙ (УЗЛОВОЙ) РИТМ

Атриовентрикулярный ритм – эктопический ритм, возникающий из области АВ-соединения. Импульс из АВ-соединения распространяется в двух направлениях: антеградно на желудочки и ретроградно - на предсердия.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ АВ-РИТМА:

В зависимости от локализации источника возбуждения, скорости и условий проведения импульса возможны два варианта соотношения зубца Р и комплекса QRS:

1. Одновременное возбуждение желудочков и предсердий: зубец Р отсутствует, сливаясь с комплексом QRS, при этом последний либо деформируется, либо не изменяется.
2. Возбуждение желудочков предшествует возбуждению предсердий: отрицательный зубец Р следует за комплексом QRS и наслаивается на сегмент ST (или на зубец Т).
3. Интервалы RR одинаковые, ритм правильный, комплексы QRS не изменены.

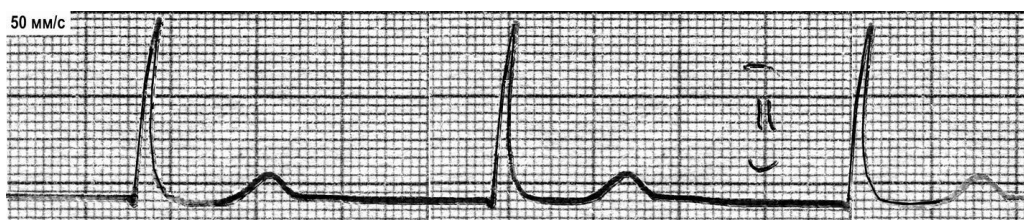


Рис. 29. Узловой ритм. Ребёнок, 8 лет.

АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНАЯ ДИССОЦИАЦИЯ (АВ-ДИССОЦИАЦИЯ)

АВ-диссоциация – это вариант аритмии, при которой происходит независимая активация предсердий и желудочков из различных источников ритма. При этом одновременно функционируют два центра автоматизма: предсердия сокращаются в синусовом или предсердном ритме, а желудочки – в атриовентрикулярном или ускоренном желудочковом ритме. При АВ-диссоциации частота сокращения предсердий равна частоте сокращений желудочков или несколько ниже нее. Если ритм предсердий превышает ритм желудочков и при этом предсердия и желудочки сокращаются асинхронно, это полная АВ-блокада – состояние, отличное от АВ-диссоциации.

Существуют различные формы АВ-диссоциации: полная, неполная, изоритмическая (с фиксированным отношением Р к QRS комплексу). В зависимости от локализации водителя ритма желудочков, комплекс QRS может быть узким или широким. АВ-диссоциация часто является составной частью других видов аритмий: синдрома слабости синусового узла, мерцательной аритмии, желудочковой тахикардии.

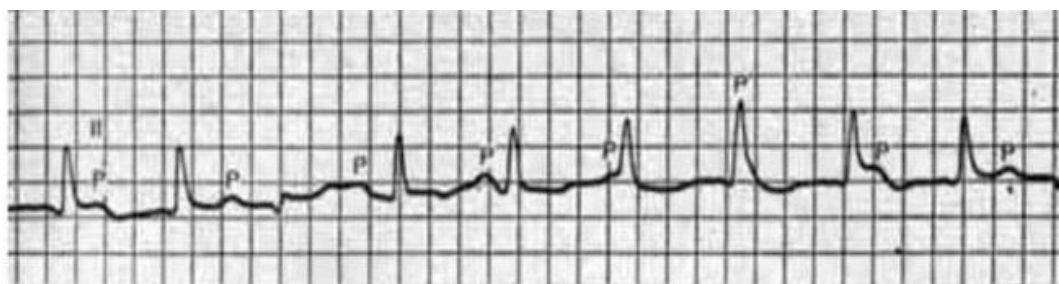


Рис. 30. АВ-диссоциация. Ребёнок, 12 лет.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ АВ-ДИССОЦИАЦИИ:

1. Зубец Р регистрируется в разных позициях по отношению к комплексу QRS (до, после или внутри).
2. Количество комплексов QRS равно количеству зубцов Р либо несколько превышает их количество.
3. Возможна регистрация «сливных» комплексов.

ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ (ИДИОВЕНТРИКУЛЯРНЫЙ) РИТМ

Желудочковый ритм связан с функционированием центров автоматизма III порядка, расположенных в ножках пучка Гиса, их разветвлениях или в волокнах Пуркинье. При этом предсердия и желудочки возбуждаются независимо друг от друга. Различают два типа желудочковых ритмов: выскальзывающий желудочковый ритм и ускоренный желудочковый ритм. Появление выскальзывающих ритмов связано с усилением парасимпатических влияний на сердечный ритм. Идиовентрикулярные ритмы могут наблюдаться при терминальных состояниях. Они могут быстро трансформироваться в фибрилляцию желудочков. Клинические проявления желудочковых ритмов зависят от частоты сокращений желудочков.

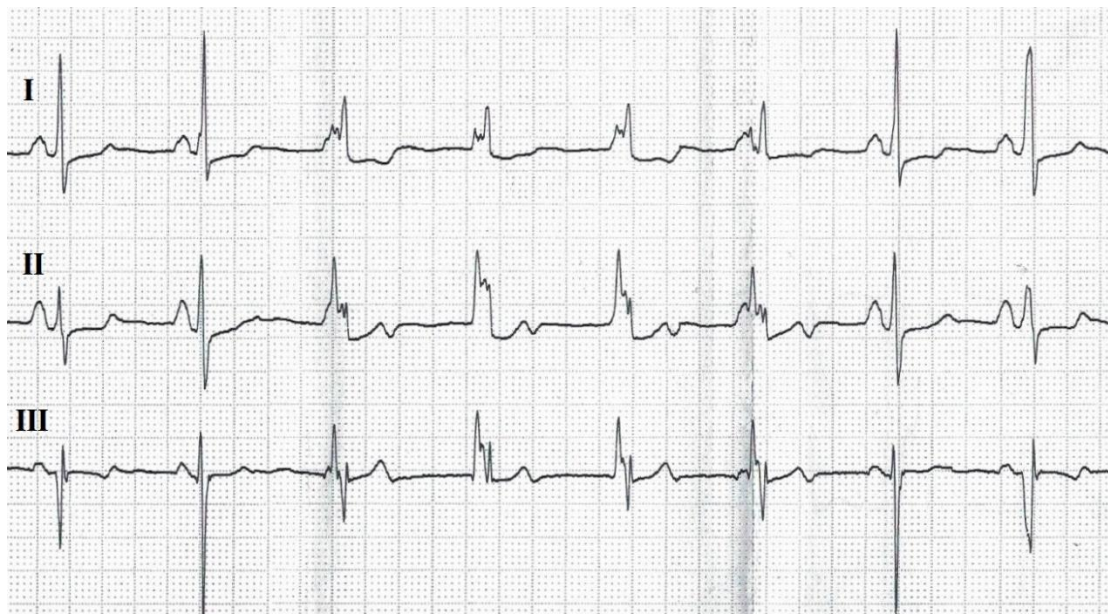


Рис. 31. Эпизод ускоренного желудочкового ритма у ребенка 8 лет с гипертрофической кардиомиопатией.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЖЕЛУДОЧКОВОГО РИТМА:

1. Три и более широких комплексов QRS с ЧСС ниже базового синусового ритма (при выскальзывающем желудочковом ритме ЧСС 20-60 в минуту) или близкой к нему (при ускоренном желудочковом ритме).
2. Отсутствие P перед комплексом QRS.
3. Начало и/или окончание с выскальзывающего или сливного комплекса.
4. АВ-диссоциация.
5. Возможно ретроградное проведение (при ускоренном желудочковом ритме).

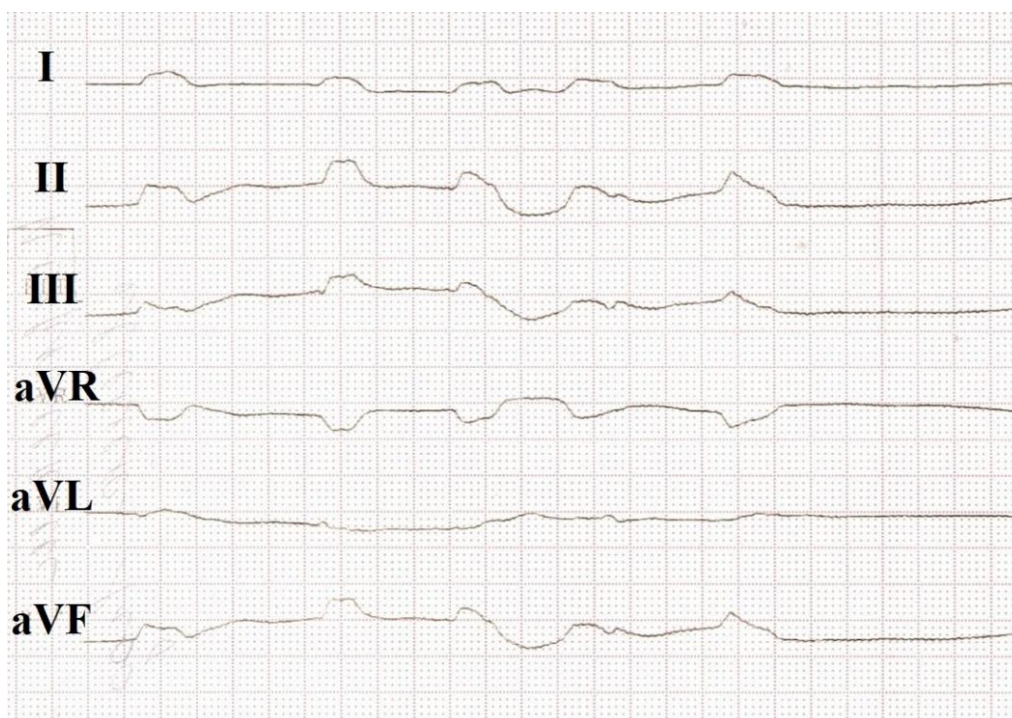


Рис. 32. Единичные желудочковые сокращения у ребенка 6 месяцев в терминальной стадии миокардита ротавирусной этиологии.

АРИТМИИ, СВЯЗАННЫЕ С НАРУШЕНИЕМ ПРОВОДИМОСТИ

Эти аритмии делят на две основные группы:

1. Замедление проведения электрического импульса вплоть до полного прекращения проведения – блокады сердца.
2. Ускорение проведения электрического импульса – синдромы преждевременного возбуждения желудочков (синдром укороченного интервала PQ, синдром WPW).

БЛОКАДЫ СЕРДЦА

Различные виды блокад у детей встречаются относительно часто. Их причинами могут быть кардиты, врожденные пороки сердца, кардиохирургические вмешательства, ваготония и другие. Различают неполные (замедление проведения импульса) и полные блокады (прекращение проведения импульса).

Синоатриальная (синоаурикулярная) блокада – это нарушение проведения импульса от синусового узла к предсердиям. Возникает в результате поражения перинодальной области, усилении парасимпатических влияний на ритм, нарушении кровоснабжения синусового узла и т.д.

Как допустимый вариант может наблюдаться у грудных детей при крике, беспокойстве, во время ночного сна. В старшем возрасте обнаруживается в связи с высокой лабильностью вегетативной нервной системы. Может встречаться и при различных заболеваниях. Чаще выявляются неполные СА блокады.

Выделяют 3 степени СА-блокады. 1 степень – замедление проведения импульса в перинодальной области, при этом импульс все же проводится на предсердия. Диагностировать ее по поверхностной ЭКГ невозможно. При 2 степени СА-блокады может возникать постепенное укорочение PP интервала с последующей паузой ритма, равной удвоенному предшествующему интервалу RR или кратной ему (2 степень 1 тип) или сразу пауза ритма без укорочения PP (2 степень 2 тип). СА-блокаду следует дифференцировать от остановки синусового узла (синус-ареста), при котором пауза ритма превышает предшествующий RR более чем в 2 раза и не кратна ему.

СА-блокаду 3 степени (полную) не распознать на поверхностной ЭКГ, подозрение на нее может возникнуть при выявлении медленных замещающих предсердных ритмов.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СА-БЛОКАДЫ:

1. Пауза ритма с интервалом, равным удвоенному предшествующему интервалу RR или кратная ему.
2. Возможно прогрессирующее укорочение интервала PP перед паузой ритма.

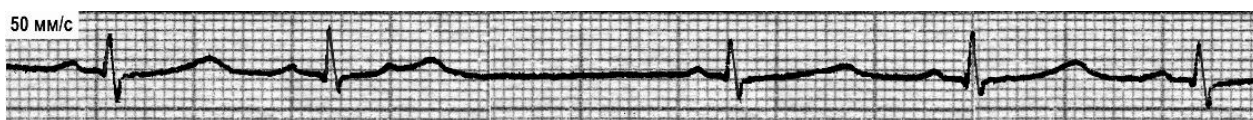


Рис. 33. СА-блокада 2 степени 2 тип. Ребёнок, 1 мес. 25 дн.

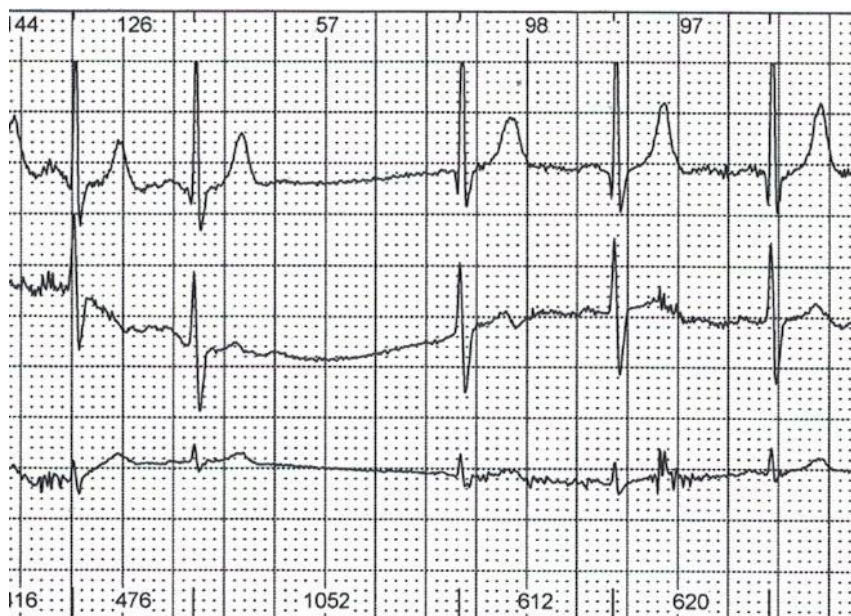


Рис. 34. Фрагмент суточного мониторинга ЭКГ по Холтеру мальчика 8 лет с эпизодом СА-блокады 2 степени.

ВНУТРИПРЕДСЕРДНАЯ БЛОКАДА – это нарушение проведения импульса по проводящей системе предсердий (чаще по пучку Бахмана) с нарушением синхронной деятельности правого и левого предсердий. Проявляется расширением и появлением зазубрин зубца Р, возможной его двухфазностью. Дифференцировать внутрипредсердную блокаду следует с гипертрофией левого предсердия (Р mitrale). Подобные изменения также могут наблюдаться при ваготонии, миграции водителя ритма. Чаще встречается неполная блокада.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ВНУТРИПРЕДСЕРДНОЙ БЛОКАДЫ:

1. Уширение зубца Р более 0,09 с в отведениях от конечностей
2. Расщепление (двугорбость) или двухфазность зубца Р в отведениях I, II, V₅

АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНАЯ БЛОКАДА (АВ-БЛОКАДА) – это нарушение проведения импульса из предсердий через атриовентрикулярный узел, пучок Гиса и его ножки к желудочкам. Задержка проведения возбуждения может происходить на любом из перечисленных участков, но в 85-90% случаев она локализуется в атриовентрикулярном узле. Различают 3 степени АВ-блокады:

I степень – прохождение импульса с задержкой, но желудочковые комплексы не выпадают.

II степень – задержка проведения импульса вплоть до выпадения желудочкового комплекса.

III степень – прекращение проведения импульса и разобщение ритма предсердий и желудочков.

АВ-блокады I и II степени являются неполными, АВ-блокада III степени – полная блокада.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ АВ-БЛОКАДЫ:

АВ-блокада I степени		• Удлинение интервала PQ выше верхней границы возрастной нормы: $>0,15$ с у детей 0-2 лет, $>0,16$ с у детей 3-10 лет, $>0,18$ с у детей 11-15 лет; • Регистрируются все комплексы QRS.	
АВ-блокада II степени	I типа (Мобитца) с периодами Самойлова-Венкебаха	Комплексы QRS периодически выпадают	• Прогрессивное удлинение интервала PR; • Выпадение одного QRS после максимального PR интервала; • Возникает длительная пауза, после которой весь цикл повторяется; • Продолжительность RR интервала в паузе меньше суммы двух предшествующих PP интервалов.
	II типа (Мобитца)		• Постоянное удлинение PR интервала выше возрастной нормы; • Комплексы QRS периодически выпадают (регулярно или беспорядочно); • Отсутствие прогрессивного увеличения PR перед паузой; • Продолжительность PR интервала в паузе равна сумме двух предшествующих PP интервалов.
III степени (полная поперечная блокада)		• Разобщенность зубцов P и комплексов QRS; • Частота предсердных сокращений выше, чем желудочковых (зубцов P больше, чем комплексов QRS); • Интервалы PP одинаковые, зубцы P не изменены, наслаиваются на различные участки сердечного цикла; • Полная АВ-блокада может локализоваться дистально или проксимально относительно АВ-узла: при проксимальной блокаде морфология комплекса QRS не изменена, при дистальной – отмечается расширение и деформация комплекса QRS (по типу би- или трифасцикулярных блокад ножек пучка Гиса); • Интервалы RR удлинены, ритм желудочков всегда ниже ритма предсердий ($PP < RR$), в отличие от АВ-диссоциации.	

АВ-блокада I степени нередко выявляется у практически здоровых детей при усилении парасимпатических влияний в период покоя и во сне. При регистрации ЭКГ в ортостазе или после нагрузки признаки АВ-блокады у таких пациентов обычно исчезают. Блокада I степени может носить семейный характер и отражать конституциональные особенности, возникать в связи с влиянием лекарственных препаратов (в первую очередь, антиаритмических средств). АВ-блокада I степени также является одним из симптомов ревматического кардита. Она, как правило, не является клинически и гемодинамически значимой.

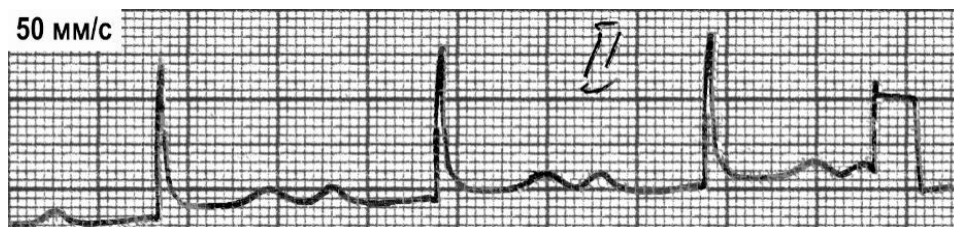


Рис. 35. АВ-блокада I степени. Ребёнок, 6 л.

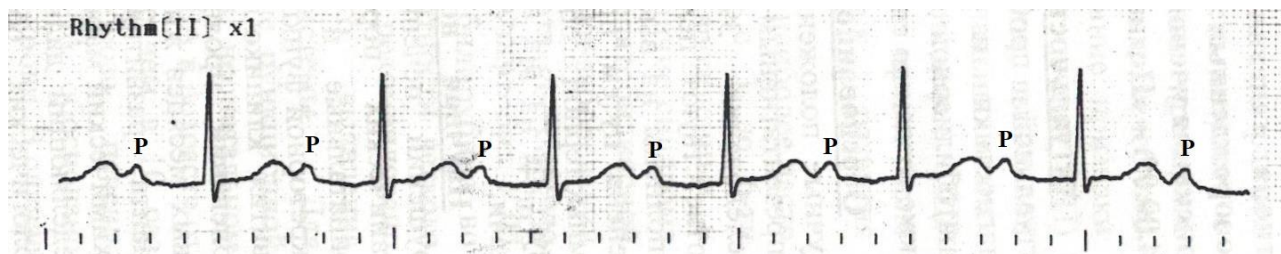


Рис. 36. АВ-блокада I степени на фоне ревмокардита у девочки 9 лет.

АВ-блокады II и III степеней у практически здоровых детей не встречаются. Они могут быть связаны с наличием врожденного порока сердца, перенесенным кардиохирургическим вмешательством, миокардитом, интоксикацией лекарственными препаратами. При выявлении полной поперечной блокады у новорожденного ребенка необходимо также исключить синдром неонатальной волчанки. При АВ-блокадах высокой степени пациенты жалуются на утомляемость, головокружения, синкопальные состояния (приступы Морганьи-Адамса-Стокса). Клинически могут обнаруживаться признаки сердечной недостаточности. В этих случаях рассматривается вопрос об имплантации электрокардиостимулятора (ЭКС).



Рис. 37. АВ-блокада II степени Мобитц 1 с периодами Самойлова-Венкебаха. Ребёнок, 6 л.

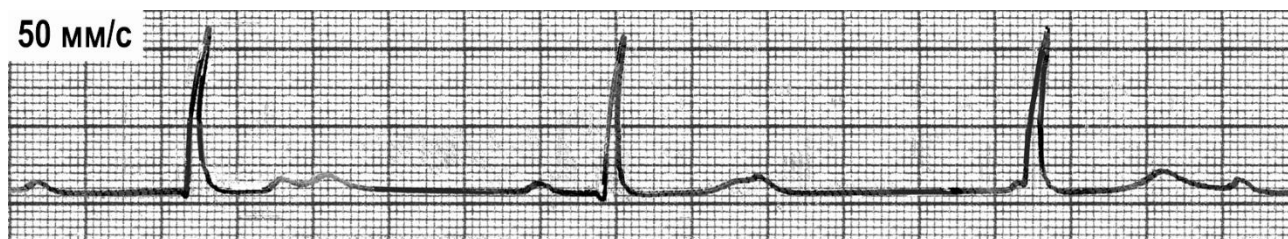


Рис. 38. Полная поперечная блокада. Ребёнок, 15 л.

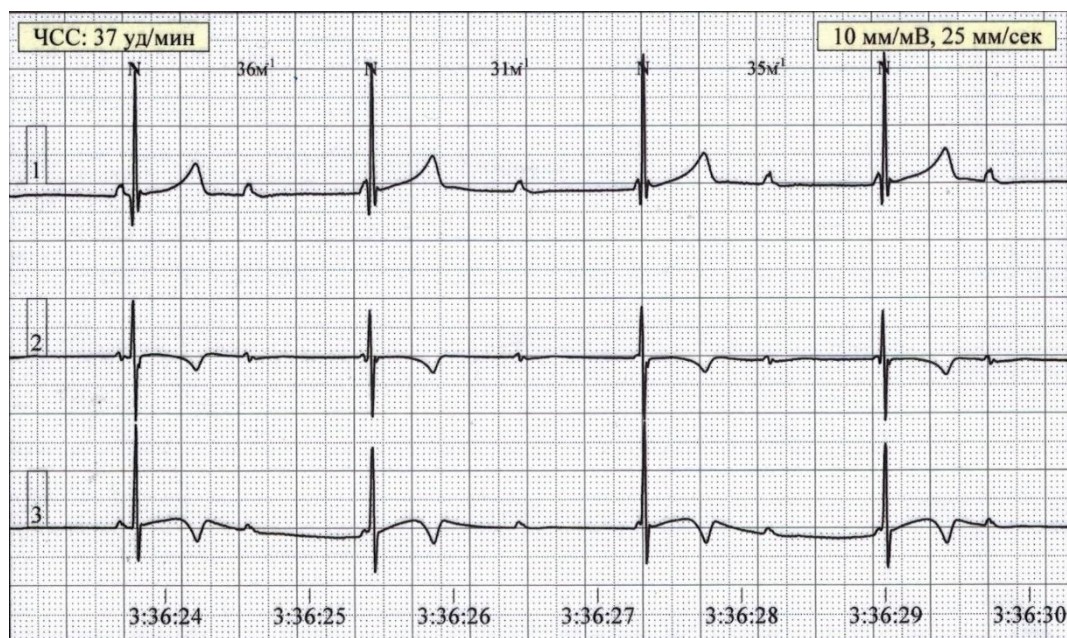


Рис. 39. Фрагмент суточного мониторингирования ЭКГ по Холтеру ребенка 2 лет с полной АВ-блокадой, возникшей на фоне синдрома неонатальной волчанки.

ВНУТРИЖЕЛУДОЧКОВЫЕ БЛОКАДЫ (НАРУШЕНИЕ ВНУТРИЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПРОВОДИМОСТИ) – замедление или полное прекращение проведения возбуждения по ножкам пучка Гиса или по их ветвям. Различают блокады ветвей ножек пучка Гиса и неспецифические внутрижелудочковые блокады.

Если проводимость полностью отсутствует, говорят о полной блокаде или просто о блокаде (слово «полная» в заключении не пишется). При частичном, замедленном проведении импульса возбуждения говорят о неполной блокаде.

По количеству пораженных ветвей различают односторонние (блокада правой ветви пучка Гиса, блокада передней левой ветви пучка Гиса, блокада задней левой ветви пучка Гиса, блокада двух левых ветвей пучка Гиса) двусторонние (блокада правой ветви пучка Гиса в сочетании с блокадой передней левой ветви пучка Гиса, блокада правой ветви пучка Гиса в сочетании с блокадой задней левой ветви пучка Гиса, трифасцикулярная блокада) блокады ножек. По стойкости они могут быть постоянные, преходящие, перемежающиеся. Заключение о блокаде правой или левой ножки пучка Гиса базируется на изменениях ЭКГ в грудных отведениях.

ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ БЛОКАДЫ НОЖЕК ПУЧКА ГИСА:

1. Деформация комплекса QRS (зазубренность, М-образная и другие формы расщепления) наиболее хорошо выраженная в правых или левых грудных отведениях.
2. Уширение комплекса QRS.
3. Дискордантность (разнонаправленность) наибольших зубцов комплексов QRS в правых и левых грудных отведениях, а также в I и III стандартных.
4. Дискордантность интервала ST и зубца T по отношению к наибольшему зубцу комплекса QRS в левых или правых грудных отведениях.
5. Удлинение интервала внутреннего отклонения в правых или левых грудных отведениях.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ БЛОКАДЫ НОЖЕК ПУЧКА ГИСА:

Блокада правой ножки пучка Гиса	Полная	- расширение QRS > 60 мс у детей до 1 года, > 90 мс у детей 1-3 лет, > 100 мс у детей 4-16 лет, > 120 мс у взрослых; - изменение морфологии QRS комплекса в правых прекардиальных отведениях по типу rsr', rSr', Rsr', RSR, или M-форма; - глубокий S зубец (> 40 мс) в левых прекардиальных отведениях, I отведении и часто в V₆.
	Неполная	- расширение QRS до 86-90 мс у детей младше 8 лет, 90-110 мс у детей 4-16 лет, 110-120 мс у взрослых; - другие признаки могут отсутствовать.
Блокада левой ножки пучка Гиса	Полная	- расширение QRS > 60 мс у детей до 1 года, > 90 мс у детей 1-3 лет, > 100 мс у детей 4-16 лет, > 120 мс у взрослых; - отсутствие септальных зубцов q в отведениях I, aVL, V₅, V₆; - QS или rS паттерн в V₁; - RsR' или M-образный паттерн QRS в отведении V₆, аналогичный изменениям в V₁ при полной блокаде правой ножки пучка Гиса.
	Неполная	- расширение QRS до 80-90 мс у детей до 8 лет, 90-100 мс у детей 4-16 лет, 110-119 мс у взрослых; - представленность ЭКГ-паттерна левожелудочковой гипертрофии; - высота зубца R более 60 мв в левых грудных отведениях у старших подростков и взрослых; - отсутствие септальных зубцов q в отведениях I, V₅, V₆.
Блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса		- отклонение ЭОС во фронтальной плоскости вправо, вниз ($\angle \alpha$ от +90° до +180° у взрослых), у детей до 16 лет – резкое изменение ЭОС вправо/вниз; - маленькие зубцы q в отведениях II, III, aVF; - rS паттерн в отведениях I, aVL; - qR паттерн в отведениях III, aVF; - ширина QRS меньше 120 мс (для старших детей и взрослых), у младших детей – по отношению к возрастной норме.
Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса		- отклонение ЭОС сердца влево, вверх ($\angle \alpha$ от -30° до -90°), у взрослых обычно отклонением влево считают $\angle \alpha$ между -45° и -90°; - регистрация отрицательных QRS в отведениях II и aVF; - менее диагностически значимые признаки: небольшое расширение QRS (менее 20 мс), qR паттерн в отведениях I и aVL, высокий R в отведении aVL.

У детей rsr' паттерн в V₁ и V₂ в сочетании с нормальной шириной QRS – вариант нормы. Внутрижелудочковые блокады могут клинически не проявляться. Наиболее часто встречаются неполные блокады правой ножки пучка Гиса или даже полная блокада правой ножки, имеющие доброкачественное течение. Причинами внутрижелудочковых блокад являются анатомические особенности (врожденные пороки сердца, пороки развития проводящей системы, кардиомиопатии, операционные травмы, воспаление, склероз) или

функциональный блок при нормальной структуре проводящих путей (тахикардии, экстрасистолии). Топическая верификация осуществляется с помощью ЭКГ. При трехпучковой блокаде у ребенка могут возникать синкопальные состояния (приступы Морганьи-Адамса-Стокса), требующие имплантации ЭКС.

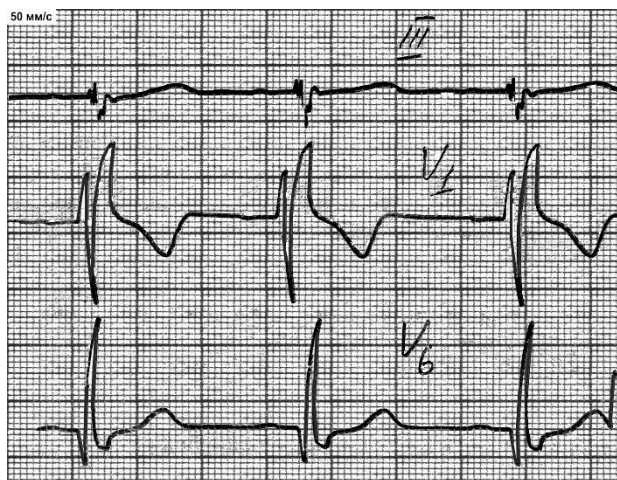


Рис. 40.
Блокада правой ножки пучка Гиса.
Ребёнок, 2 г. 3 мес.

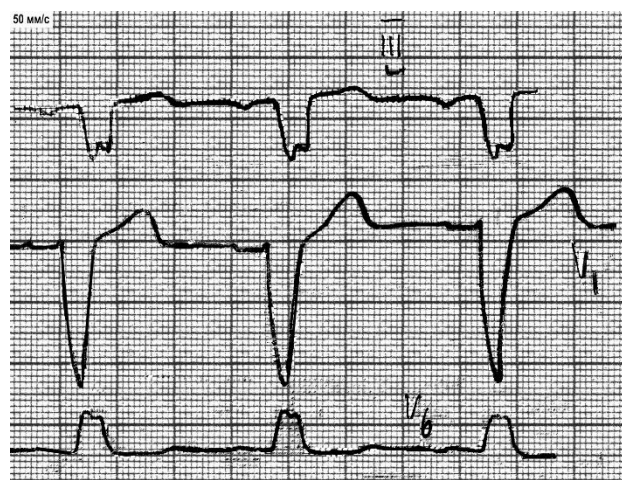


Рис. 41.
Блокада левой ножки пучка Гиса.
Ребёнок, 7 л.

СИНДРОМ СЛАБОСТИ СИНУСОВОГО УЗЛА (СССУ)

СИНДРОМ СЛАБОСТИ СИНУСОВОГО УЗЛА (СССУ) - состояние, при котором синусовый узел утрачивает способность являться доминантным водителем ритма под влиянием ряда патологических факторов. Относится к сложным аритмиям, включая признаки нарушений ритма и проводимости. Может быть постоянным, транзиторным или рецидивирующим; может развиваться постепенно или внезапно. По степени тяжести различают 4 варианта СССУ: при первом из них проявления заболевания практически не выражены (синусовая брадикардия, АВ-блокада I степени), при четвертом имеются единичные синусовые комплексы или полное отсутствие признаков функционирования синусового узла, появляются эктопические ритмы и признаки блокад на различных уровнях.

Основные причины СССУ:

1. Тяжелые заболевания сердца: кардиты, кардиомиопатии, хирургические травмы области синусового узла, эндокринно-метаболические кардиотоксические нарушения, ишемическая болезнь сердца и др.
2. Вегусные дисфункции (ваготония, вазовагальные рефлекс при органической патологии).
3. Лекарственные воздействия (антиаритмические препараты, дигоксин, антидепрессанты и др.).
4. Идиопатические (причины не установлены, возможно выявление наследственной предрасположенности).

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СССУ (ОДИН ИЛИ НЕСКОЛЬКО ИЗ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ):

1. Снижение ЧСС ниже 2-5% возрастной нормы на ЭКГ (ниже и/или на уровне выраженной брадикардии).
2. Симптомная брадикардия.
3. Синоатриальная блокада, остановка синусового узла и/или выскальзывающие заместительные ритмы на ЭКГ покоя или при суточном мониторинге ЭКГ по Холтеру, превышающие возрастную норму в 2 и более раз.
4. Посттахикардическое (включая постэкстрасистолическое) угнетение синусового узла с паузами ритма выше возрастной нормы.
5. АВ-диссоциация.
6. Чередование брадикардии и залпов суправентрикулярной тахикардии (синдром бради-тахикардии), мерцательная аритмия.
7. Отсутствие адекватного прироста ЧСС в ортостазе, при суточном мониторинге ЭКГ или стресс-тестах.

СИНДРОМЫ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ (ПРЕЭКЗИТАЦИИ) ЖЕЛУДОЧКОВ

СИНДРОМ ВОЛЬФА-ПАРКИНСОНА-УАЙТА (СИНДРОМ WPW)

Изменения на ЭКГ при синдроме WPW (Wolf-Parkinson-White) обусловлены наличием дополнительного аномального пути проведения электрических импульсов от предсердий к желудочкам – пучок Кента. Поскольку возбуждение проводится в обход АВ-узла, адекватной задержки электрического импульса не происходит. Дети с феноменом WPW являются группой риска по возникновению пароксизмальной тахикардии. Если в анамнезе пациента приступов тахикардии не отмечено, тогда говорят о феномене WPW. Феномен становится синдромом у тех детей, кто имел в анамнезе хотя бы один эпизод пароксизмальной тахикардии. ЭКГ-феномен WPW может носить постоянный или транзиторный характер.

Существует 2 типа феномена WPW. При типе А дополнительный проводящий путь локализуется слева и ЭКГ-изменения аналогичны признакам блокады правой ножки пучка Гиса. В тип возникает при правосторонней локализации аномального проводящего пути, приводящего к картине полной блокады левой ножки пучка Гиса.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СИНДРОМА WPW:

1. Наличие Δ-волны перед комплексом QRS, чаще на восходящей части зубца R.
2. Укорочение интервала PQ (PR) при неизменных зубцах P.
3. Расширение и деформация комплекса QRS.
4. Вторичные ST-T изменения.

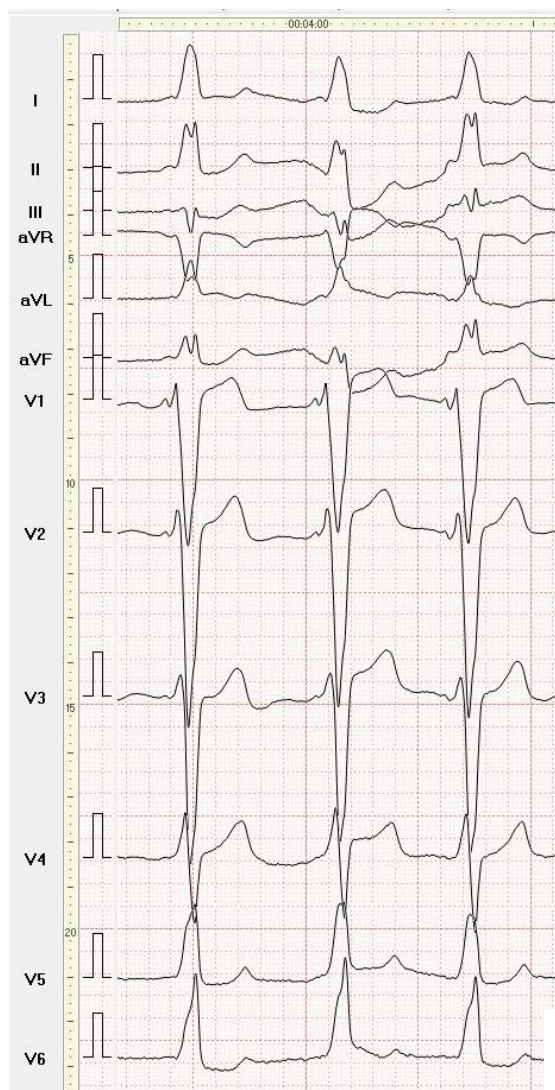


Рис. 43. Феномен WPW.
Ребёнок, 9 мес.

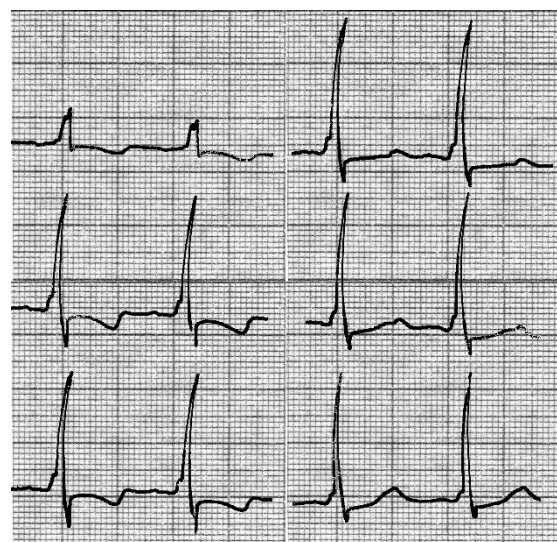


Рис. 42. Феномен WPW.
Ребёнок, 16 лет.

СИНДРОМ УКОРОЧЕННОГО ИНТЕРВАЛА PQ (СИНДРОМ CLC)

Синдром CLC (Clerc-Levy-Critesco) в зарубежной литературе более известен как синдром Lown-Ganong-Levine. В его основе лежит наличие дополнительного пути проведения электрического импульса между предсердиями и проксимальным отделом пучка Гиса – интранодального пучка Джеймса. Дети с укорочением интервала PQ считаются группой риска по возникновению пароксизмальных тахикардий. Однако и у здоровых детей укорочение PQ на ЭКГ встречается довольно часто.

Синдромы преждевременного возбуждения желудочков в настоящее время рассматриваются как факторы риска синдрома внезапной смерти у детей раннего возраста.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СИНДРОМА CLC:

1. Укорочение интервала PQ (PR) при неизмененных зубцах P.
2. Отсутствие Δ-волны, расширения и деформации комплекса QRS.

ЭКСТРАСИСТОЛИЯ

Экстрасистолия (ЭС) – преждевременное по отношению к основному ритму возбуждение и сокращение сердца, задаваемое импульсом, исходящим из различных участков проводящей системы сердца.

Это одно из самых частых нарушений ритма сердца и может встречаться как у практически здоровых детей, так и при заболеваниях.

Основные причины экстрасистолии:

- органические поражения сердца (пороки сердца, кардиты, кардиосклероз, кардиомиопатии, опухоли сердца и др.);
- функциональные нарушения (соматические и инфекционные заболевания, синдром вегетативной дисфункции, метаболические и электролитные нарушения и др.).

ЭС может возникнуть внутриутробно, отражая ухудшение состояния плода.

Классификация ЭС:

1. По локализации эктопического очага: предсердные (наджелудочковые, суправентрикулярные), узловые (стволовые, из АВ-узла), желудочковые, политопные (из разных очагов).
2. По морфологии: мономорфные (монотопные - все ЭС одинаковые и имеют равный интервал сцепления) и полиморфные ЭС (политопные - различные по морфологии и интервалу сцепления ЭС у одного и того же пациента в одном и том же отведении). Последние обусловлены функционированием нескольких эктопических очагов, находящихся в различных участках проводящей системы.
3. По выраженности: одиночные, парные, аллоритмические (бигимения, тригимения и др.) ЭС.
4. По частоте: редкие (до 5 в минуту), средние (6-15 в минуту) и частые (более 15 в минуту) ЭС. Истинное представление о выраженности экстрасистолии дают результаты суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру.
5. По времени возникновения по отношению к базовому синусовому ритму: ранние (R наслаивается на Т) и поздние ЭС, интерполированные (вставочные – возникают во время паузы между двумя синусовыми сокращениями), замещающие (возникают в поздний диастолический период и замещают синусовое сокращение).
6. По времени возникновения: дневной, ночной и смешанный циркадный тип ЭС.

3 и более следующих друг за другом эктопических комплекса расценивается как неустойчивая пароксизмальная тахикардия.

Аллоритмия – правильное чередование ЭС и нормальных сокращений. Выделяют:

- бигеминию – после каждого нормального сокращения следует ЭС;
- тригеминию – после каждых 2-х нормальных сокращений следует ЭС;
- квадригеминию – после каждых 3-х нормальных сокращений следует ЭС.

Между основными и экстрасистолическими сокращениями сердца имеются фиксированные временные взаимоотношения, которые проявляются на ЭКГ наличием интервала сцепления и компенсаторной паузы.

Интервал сцепления – предэкстрасистолический интервал. Он измеряется при предсердных ЭС от начала зубца Р основного ритма до начала зубца Р экстрасистолы; при атриовентрикулярной и желудочковой экстрасистолии – от начала комплекса QRS основного ритма до начала комплекса QRS ЭС. Интервал сцепления укорочен по сравнению с интервалом РР (RR) основного ритма.

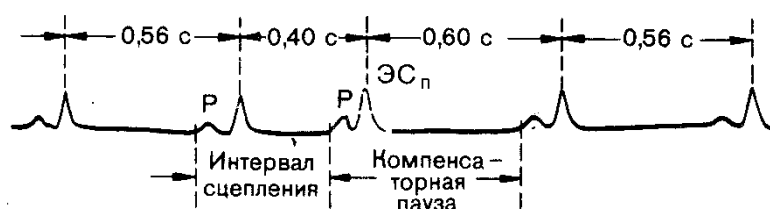


Рис. 44. Интервал сцепления и компенсаторная пауза при экстрасистолии

Компенсаторная пауза – это интервал от начала экстрасистолического комплекса до начала следующего за ним сердечного цикла основного ритма. Он удлинён по сравнению с интервалом RR (PP) основного ритма. Различают неполную и полную компенсаторную паузу.

Неполная компенсаторная пауза чуть больше обычного интервала РР (RR) и отмечается при предсердных и узловых ЭС.

Полная компенсаторная пауза регистрируется при желудочковых ЭС. Для нее характерно, что сумма интервала сцепления и компенсаторной паузы равна удвоенному интервалу RR основного ритма.

При предсердной ЭС локализация эктопического очага может быть определена по направлению зубца Р во II стандартном отведении: положительный – верхние отделы предсердий; деформирован, двухфазный или снижен – средние отделы предсердий; отрицательный – нижние отделы предсердий. Возникновение внеочередного предсердного сокращения с абберацией проведения по ножкам пучка Гиса может приводить к появлению деформированного QRS-комплекса, напоминающего таковой при желудочковой ЭС. Иногда на ЭКГ возникает только эктопический зубец Р, а на желудочки возбуждение не проводится, т.к. АВ-узел находится в рефрактерном периоде (т.е. комплекс QRS после Р отсутствует). Такая ЭС называется блокированной предсердной ЭС.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПРЕДСЕРДНОЙ ЭС:

1. Наличие зубца Р, отличающегося по морфологии от синусового (его деформация и/или изменение полярности).
2. Наличие желудочкового сокращения с узким комплексом QRS после зубца Р.
3. Неполная компенсаторная пауза.

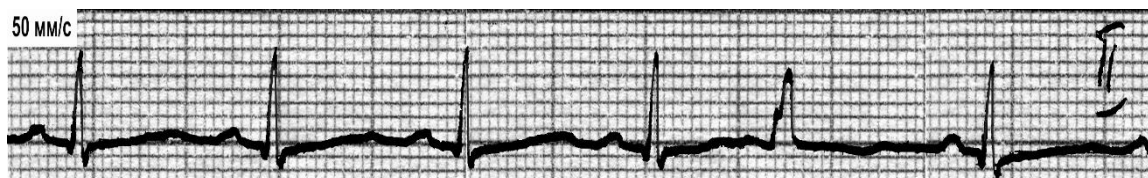


Рис. 45. Предсердная экстрасистолия. Ребёнок, 1 мес. 26 дн.



Рис. 46. Предсердная экстрасистолия. Ребёнок, 12 лет.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УЗЛОВОЙ ЭС:

1. Внеочередной комплекс QRS с ретроградным (отрицательным в отведениях II, III, aVF) зубцом Р, который может регистрироваться после комплекса QRS либо наслаиваться на него.
2. Форма комплекса QRS не изменена.
3. Наличие компенсаторной паузы.



Рис. 47. Узловая экстрасистолия по типу бигеминии у ребенка 10 месяцев.

О топике желудочковой экстрасистолии судят по характерным изменениям в грудных отведениях. При ЭС из левого желудочка изменения в правых грудных отведениях похожи на блокаду правой ножки пучка Гиса: экстрасистолический комплекс QRS в V_1 , V_2 в основном представлен зубцом R, а в V_5 , V_6 доминирующим зубцом является S. ЭС из левого желудочка похожа на блокаду левой ножки пучка Гиса: в V_5 , V_6 доминирует зубец R, в V_1 , V_2 – зубец S. Для удобства запоминания: если комплексы QRS в V_1 и V_6 «смотрят друг на друга» – это ЭС из правого желудочка, если «отвернулись друг от друга» – ЭС из левого желудочка. При анализе стандартных отведений используют следующие признаки: для ЭС из левого желудочка характерно доминирование

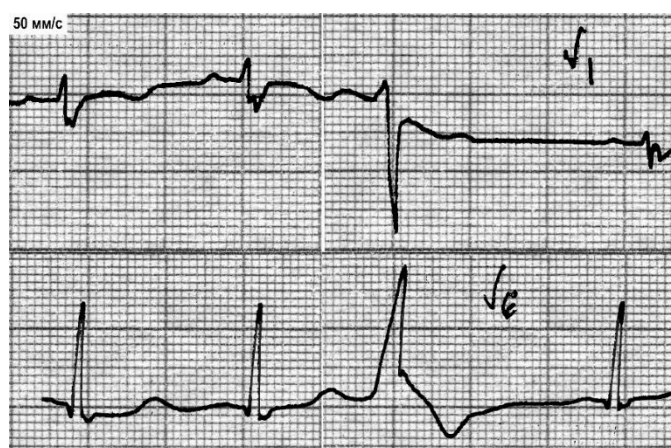


Рис. 48. Правожелудочковая экстрасистолия. Ребёнок. 14 л.

зубца R в III отведении и зубца S – в I. Для ЭС из правого желудочка характерно преобладание зубца R в I отведении и зубца S – в III.

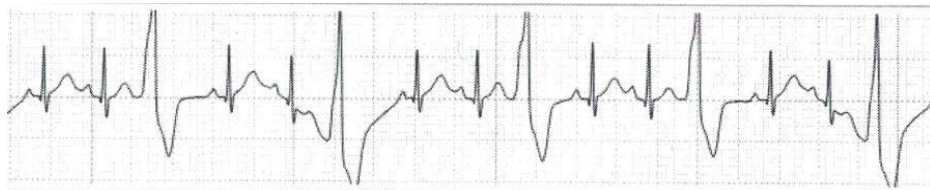


Рис. 49. Желудочковая экстрасистолия по типу тригеминии у мальчика 16 лет, перенесшего кардиохирургическое вмешательство.

Как правило, единичные ЭС клинически не проявляются и часто встречаются у практически здоровых детей. Большое число их в сутки (тысячи и десятки тысяч по результатам Холтеровского мониторирования) приводит к аритмогенной дисфункции миокарда и симптомам сердечной недостаточности. С ЭС могут «запускаться» эпизоды пароксизмальной тахикардии.

ЭС дифференцируют с парасистолой. При этом нарушении ритма существуют два и более водителя ритма, защищенные от влияния друг друга.

ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЖЕЛУДОЧКОВОЙ ЭКСТРАСИСТОЛИИ:

1. Широкий преждевременный QRS комплекс (> 60 мс у детей до 1 года, > 90 мс у детей 1-3 лет, > 100 мс у детей 3-10 лет, > 120 мс у детей старше 10 лет и взрослых), отличающийся по морфологии от синусового.
2. Перед желудочковой экстрасистолой отсутствует зубец Р.
3. Выявление АВ-диссоциации в экстрасистолических комплексах.
4. Полная компенсаторная пауза.

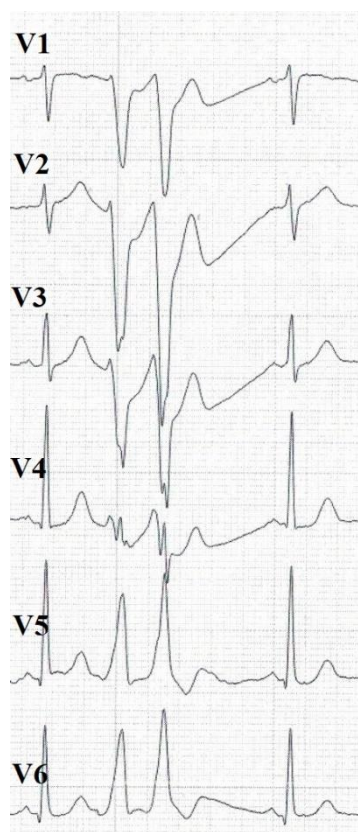


Рис. 50. Парные желудочковые экстрасистолы как проявление инфекционно-токсической кардиопатии на фоне лихорадки.

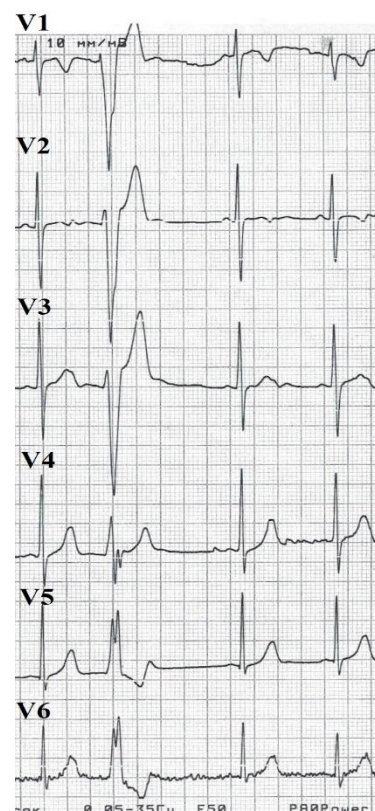


Рис. 51. Правожелудочковая экстрасистолия у мальчика 6 лет.

ЭКГ-ПРИЗНАКИ ПАРАСИСТОЛИИ:

1. Вариабельность интервала сцепления более 0,1с.
2. Наличие сливных комплексов.
3. Смешанный циркадный тип по результатам Холтеровского мониторирования.

ПАРОКСИЗМАЛЬНАЯ ТАХИКАРДИЯ

Пароксизмальная тахикардия (ПТ) – внезапно начинающийся и также внезапно заканчивающийся приступ учащения сердечного ритма при сохранении в большинстве случаев правильного регулярного ритма. Как правило, пароксизм начинается с ЭС и заканчивается компенсаторной паузой. Приступ ПТ может длиться от нескольких секунд до нескольких часов или даже суток, рецидивировать. ПТ могут возникать при наличии дополнительных проводящих путей при синдромах преждевременного возбуждения желудочков (WPW, CLC) и врожденных пороках сердца (в первую очередь, скорректированной транспозиции магистральных сосудов и аномалии Эбштейна), после перенесенного кардиохирургического вмешательства, на фоне миокардита, опухолей сердца, интоксикаций и др.

В основе патогенеза ПТ лежат 2 основных электрофизиологических феномена:

- механизм круговой волны или повторного входа возбуждения (макро и микро re-entry);
- повышенный автоматизм эктопических очагов.

По локализации эктопического очага выделяют следующие виды ПТ:

1. Предсердная – эктопические импульсы исходят из очага, расположенного в предсердиях.
2. Атриовентрикулярная (узловая, стволовая) – очаг эктопического возбуждения локализуется в АВ-соединении.
3. Желудочковая (вентрикулярная) – эктопические импульсы исходят из очага в желудочке.

Предсердная и узловая ПТ относятся к суправентрикулярным (наджелудочковым) тахикардиям. Их часто сложно разграничить, и тогда говорят о ПТ с «узкими» QRS. Отличием желудочковой ПТ является деформация и уширение комплексов QRS - ПТ с «широкими» QRS.

Реципрокной (циркуляторной) ПТ называется тахикардия, возникающая благодаря механизму re-entry (повторного входа возбуждения). Наиболее распространенным ее вариантом является узловая ПТ. В зависимости от направления волны возбуждения re-entry тахикардия может быть ортодромной и антидромной. При ортодромной ПТ (часто является проявлением синдрома WPW) импульс с предсердий на желудочки (антеградно) распространяется по АВ-узлу, а возвращается (ретроградно) по дополнительному проводящему пути (пучку Кента). Комплекс QRS при этом варианте узкий, т.к. возбуждение желудочков обычное. Антидромная ПТ характеризуется распространением импульса в обратном направлении: от предсердий к желудочкам волна идет по дополнительному проводящему пути (антеградно), а возвращается через АВ-узел (ретроградно). Эта ПТ проявляется широкими, деформированными QRS и ее следует дифференцировать с желудочковой.



Рис. 52. Суправентрикулярная пароксизмальная тахикардия, электрическая альтернация (см. стр. 73).
Ребёнок, 4 мес.
ЧСС=273 в мин.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СУПРАВЕНТРИКУЛЯРНОЙ ПТ:

1. ЧСС увеличена от 160 до 250 в мин. у детей старше 1 года и до 350 в мин. – у детей 1 года.
2. Интервалы RR укорочены, но равны друг другу, т.е. сохраняется правильный ритм.
3. Зубцы Р не изменены (если эктопический источник находится рядом с синусовым узлом) или деформированные, низкие по амплитуде (более низкое расположение эктопического источника), двухфазные, отрицательные.
4. Комплексы QRS не изменены, «узкие». Количество зубцов Р такое же, как и комплексов QRS.
5. При антидромной ПТ возможна деформация комплексов QRS.
6. Зубцы Р наслаиваются на зубцы Т и деформируют их.
7. Иногда возникает атриовентрикулярная блокада I степени (удлинение интервала PQ) или II степени (выпадение отдельных комплексов QRS и тогда зубцов Р больше, чем комплексов QRS).



Рис. 53. Эпизод наджелудочковой ПТ у ребенка 10 лет (фрагмент суточного мониторинга ЭКГ по Холтеру).



Рис. 54. Наджелудочковая ПТ с ЧСС 270 уд./мин у ребенка 1 года.

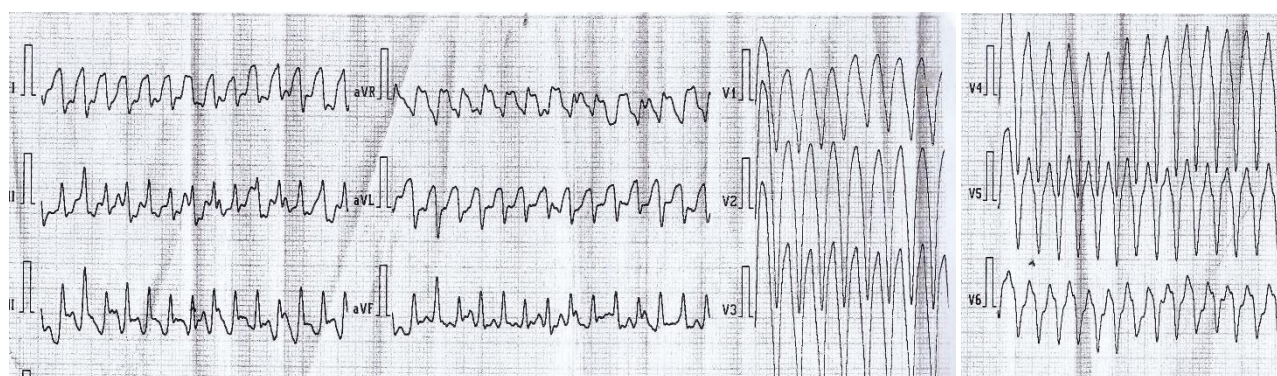


Рис. 55. Антидромная наджелудочковая ПТ с ЧСС 244 уд./мин у девочки 11 лет с врожденным пороком сердца (аномалией Эбштейна).

Клиническими проявлениями ПТ у детей грудного возраста могут быть повышенное беспокойство, сменяющееся вялостью, побледнение или цианоз кожных покровов, ухудшение аппетита или полный отказ от еды, срыгивания, рвота, появление одышки. Старшие дети жалуются на чувство сердцебиения, сопровождающееся страхом. Возможно возникновение головокружения, развитие предсинкопального или синкопального состояния. Короткие пароксизмы могут не ощущаться. Приступ ПТ может осложняться острой сердечной недостаточностью, аритмогенной дисфункцией миокарда.

У маленьких детей чаще встречается суправентрикулярная ПТ, в более старшем возрасте и у взрослых – желудочковая. Желудочковая ПТ может привести к фибрилляции желудочков и внезапной сердечной смерти.

Различают мономорфную желудочковую ПТ, при которой все комплексы QRS в пределах одного отведения одинаковые, и полиморфную. Для последней характерны меняющиеся форма и направление QRS. Полиморфную желудочковую ПТ с регулярным изменением электрической оси сердца от цикла к циклу с постепенным синусоидальным увеличением и уменьшением амплитуды QRS с образованием специфических «веретен» называют веретенообразной ПТ или желудочковой ПТ типа «пируэт» (Torsade de pointes). Она встречается при миокардитах, кардиомиопатиях (в первую очередь, аритмогенной дисплазии правого желудочка), каналопатиях (синдром удлинённого или короткого интервала QT, синдром Бругада, при которых возникают пароксизмы полиморфной

веретенообразной ЖТ, индуцируемые различными триггерными факторами). Полиморфная тахикардия сопряжена с высоким риском летального исхода.

Любые варианты ПТ требуют терапии.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ТАХИКАРДИИ:

1. ЧСС несколько меньше, чем при суправентрикулярной форме.
2. Комплексы QRS деформированы, «широкие» с дискордантным расположением интервала ST и зубца Т (напоминает желудочковую ЭС).
3. Интервал RR укорочен, но сохраняется правильный ритм.
4. Атриовентрикулярная диссоциация – полное разобщение частоты ритма желудочков (комплексы QRS) и нормального (синусового) ритма предсердий (зубцы Р). Число комплексов QRS больше числа зубцов Р. Зубцы Р наслаиваются на различные участки сердечного цикла, поэтому выявление зубцов Р затруднено или невозможно.
5. Право- и левожелудочковую топику ПТ распознают по правым (V_1 , V_2) и левым (V_5 , V_6) грудным отведениям, и по I, III стандартным – аналогично желудочковой экстрасистолии.

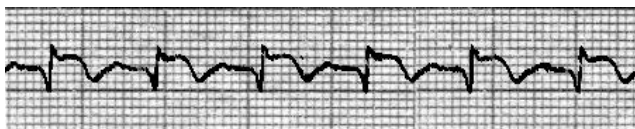


Рис. 56. Желудочковая пароксизмальная тахикардия. Ребёнок, 10 лет.

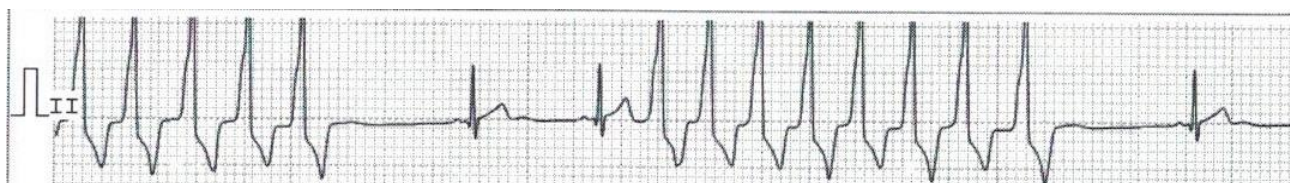


Рис. 57. Пароксизмы мономорфной желудочковой ПТ у мальчика 16 лет, перенесшего кардиохирургическое вмешательство.

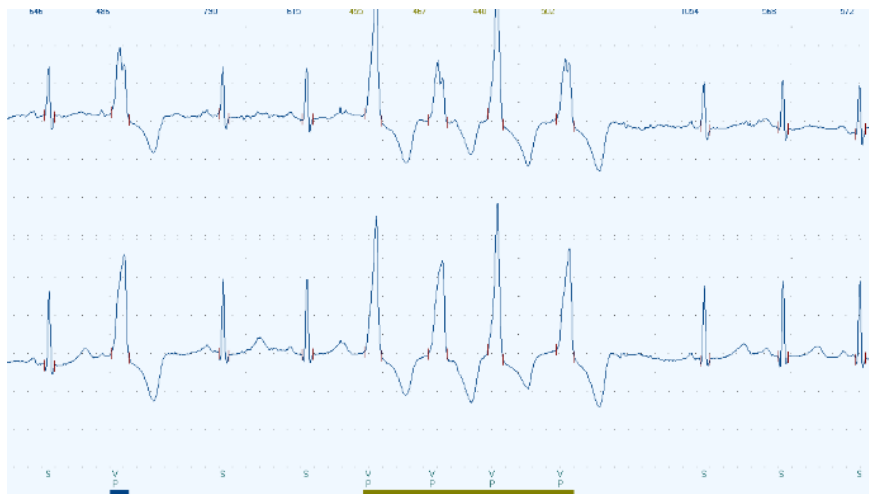


Рис. 58. Неустойчивая полиморфная желудочковая тахикардия, желудочковая экстрасистолия у ребенка 7 лет (фрагмент суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру).

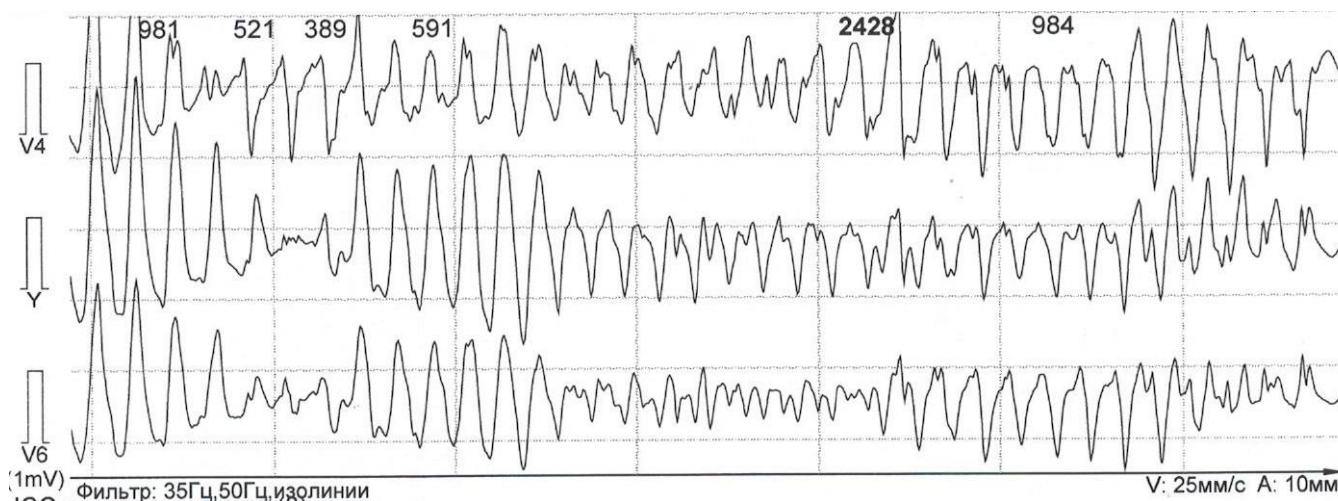


Рис. 59. Веретенообразная желудочковая тахикардия типа «пируэт» (Torsades de Pointes) у ребенка 3 суток жизни на фоне течения врожденного кардита (фрагмент суточного мониторингирования ЭКГ по Холтеру).

ТРЕПЕТАНИЕ И МЕРЦАНИЕ ПРЕДСЕРДИЙ (МЕРЦАТЕЛЬНАЯ АРИТМИЯ)

Мерцательная аритмия объединяет две формы нарушения сердечного ритма – трепетание (ТП) и фибрилляцию (мерцание) предсердий (МП). Они могут встречаться как у детей без органической патологии сердца, так и на фоне структурных заболеваний. В раннем возрасте чаще встречается трепетание предсердий, в старшей возрастной группе и у взрослых – мерцание. У новорожденных и детей первых месяцев жизни при ТП могут выявляться пороки сердца с большим правым предсердием или наличием дефектов межпредсердной перегородки. Группа высокого риска – дети, перенесшие сложные кардиохирургические вмешательства (радикальная коррекция тетрады Фалло, операция Фонтена, Мастарда, Сеннинга и др.). Причиной МП могут стать опухоли сердца, тиреотоксикоз, ревматическая лихорадка, пороки сердца (митральный стеноз и недостаточность митрального клапана), СССУ, имплантированные сердечные клапаны. Встречаются идиопатические и семейные формы мерцательной аритмии, возможно ее возникновение после интенсивных нагрузок, стрессов.

Трепетание предсердий – значительное учащение сокращений предсердий (250-480 в мин.) при сохранении правильного регулярного предсердного ритма.

В основе ТП лежит механизм re-entry. Аритмогенный субстрат – правое предсердие, а круговое движение импульса осуществляется по мышечному мостику между устьем нижней поллой вены и кольцом трехстворчатого клапана. В таких условиях кровообращение может поддерживаться развитием физиологической («защитной») АВ-блокады, когда в желудочки проходит лишь часть импульсов из предсердий. Степень блокады может быть различной.

В зависимости от количества импульсов, которые проводятся на желудочки (выраженности АВ-блокады) различают ТП с малым коэффициентом проведения (2:1 – проводится каждый второй импульс) и ТП с высоким коэффициентом проведения (3:1, 4:1 и т.д. – проводится третий, четвертый импульс и т.д.). ТП с малым коэффициентом проведения опасно возможностью перехода в трепетание с коэффициентом 1:1, что

приводит к резкому увеличению частоты сокращений желудочков и ухудшению состояния ребенка. ТП с высоким коэффициентом проведения обычно не представляет угрозы для жизни. Возможно многомесячное и даже многолетнее его существование при нормальной переносимости аритмии, отсутствии симптомов сердечной недостаточности.

Если имеет место постоянный коэффициент проведения и все интервалы RR одинаковые, то такая форма ТП называется правильной. Если коэффициент проведения и интервалы RR меняются – это неправильная форма ТП.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ТРЕПЕТАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ:

1. Частая мономорфная предсердная активность – регулярный пилообразный зубец P (так называемая волна «F») с частотой 250-480 в минуту.
2. Отсутствие изолинии между волнами F.
3. Вариабельность АВ-проведения (1:1, 2:1 и т.д.), определяющая значения ЧСС и продолжительность пауз ритма.
4. Комплексы QRS не изменены, ритм правильный.

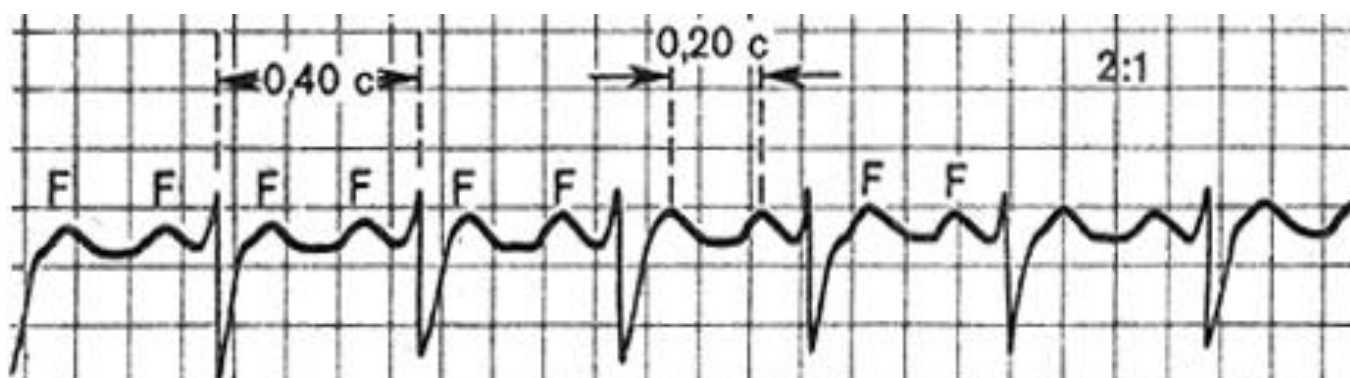


Рис. 60. Трепетание предсердий, правильная форма с функциональной атриовентрикулярной блокадой (2:1).

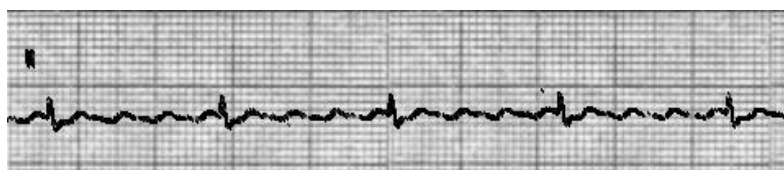


Рис. 61. Трепетание предсердий

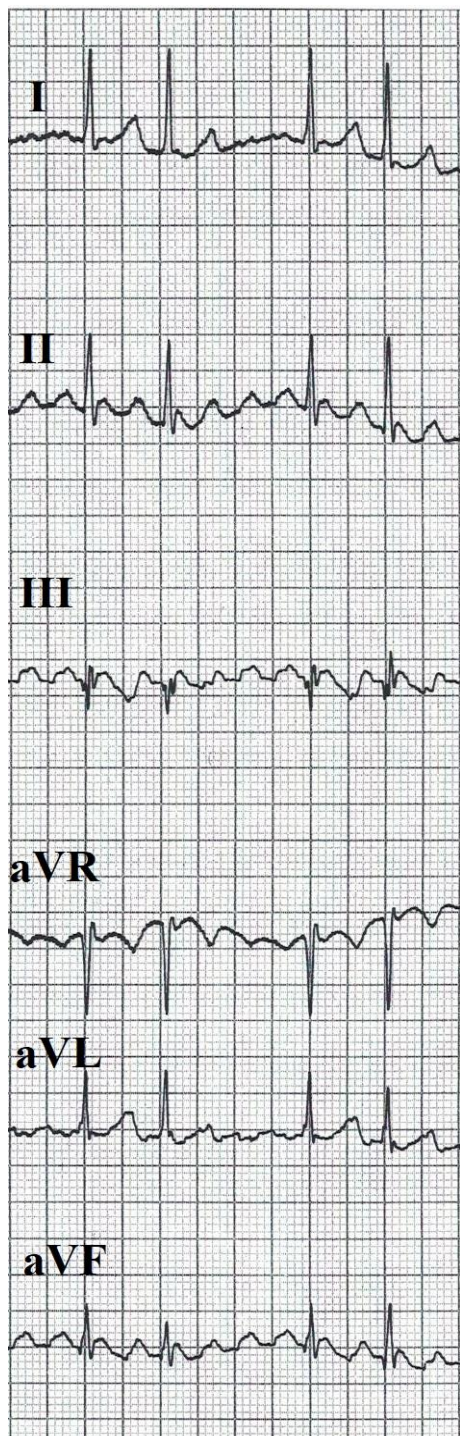


Рис. 62. Трепетание предсердий, неправильная форма у ребенка 10 лет после перенесенной кардиохирургической коррекции.

Мерцание (фибрилляция) предсердий – значительное учащение сокращений предсердий (350-700 в мин.) при отсутствии правильного регулярного предсердного ритма. При МП от большой круговой волны (или от нескольких очагов возбуждения) отходит множество малых круговых волн, при этом предсердия не сокращаются как единое целое, а в них возникают подергивания отдельных мышечных волокон. Большое количество импульсов (400-800 в 1 минуту) не может пройти через атриовентрикулярное соединение, поэтому число сокращений желудочков значительно меньше (150-60) и сокращаются они аритмично.

Опасность МП в предрасположенности к тромбозам и нарушению гемодинамики вплоть до развития отека легких. При большой частоте предсердных сокращений развивается АВ-блокада.

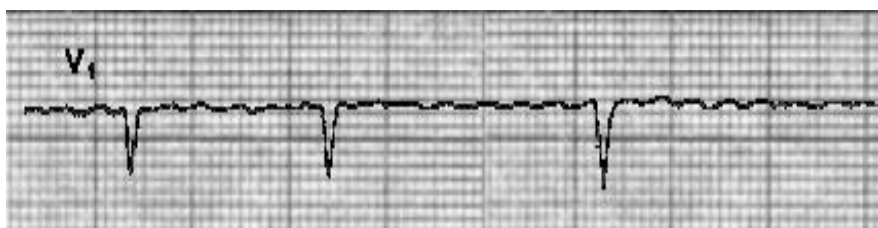
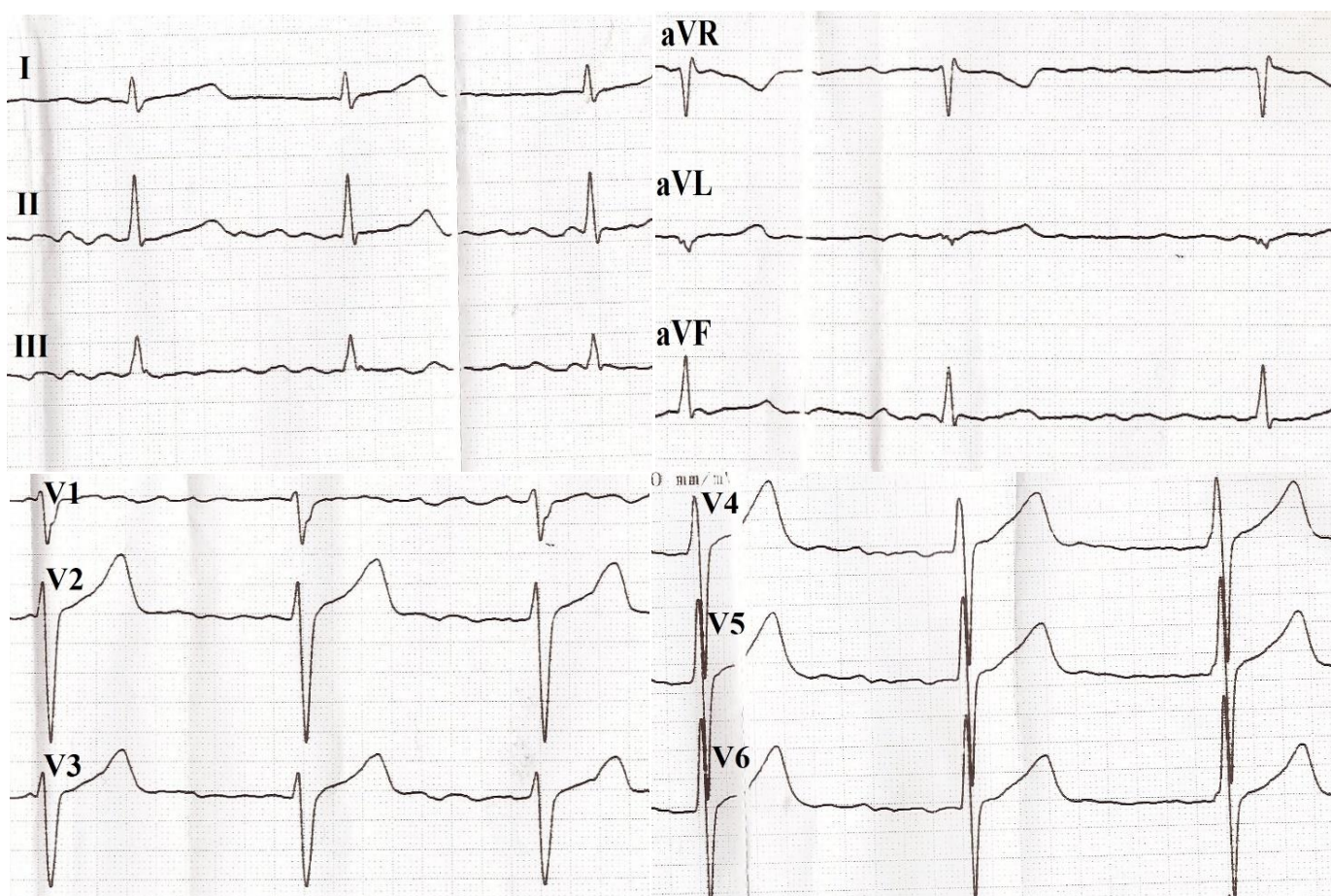


Рис. 63. Мерцание предсердий.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЕРЦАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ:

1. Дезорганизованная предсердная активность с частотой 300-700 в минуту, регистрируемая в виде волн «f» (от англ. fibrillation – фибрилляция). Они имеют различную форму и амплитуду и лучше регистрируются в отведениях II, III, aVF, V₁, V₂.
2. Нерегулярность желудочковых комплексов QRS (различные по продолжительности интервалы RR).
3. Комплексы QRS имеют в большинстве случаев нормальный неизменный вид без деформации и уширения.
4. По числу сокращений желудочков выделяют тахисистolicкую форму мерцательной аритмии (100 и более в 1 мин), эусистolicкую и брадисистolicкую (<70 в 1 мин).

Рис. 64. Семейная форма мерцания предсердий у мальчика 16 лет
(у отца и дедушки по папиной линии мерцание предсердий).



ФИБРИЛЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ

Фибрилляция (мерцание) желудочков (ФЖ) – хаотичное асинхронное возбуждение отдельных мышечных волокон или небольших групп волокон. Трепетание желудочков – хаотичное возбуждение отдельных групп волокон, при котором регистрируются более регулярные и почти одинаковые по форме и амплитуде волны трепетания, напоминающие синусоидальную кривую. В настоящее время эти нарушения ритма не разграничивают, объединяя их в понятие «фибрилляция желудочков». ФЖ является жизнеугрожающей аритмией и ведет к прекращению кровообращения. Это фактически агональное состояние сердечной деятельности, предшествующее полной остановке его электрической и механической активности. ФЖ развивается в финале тяжелой органической патологии сердца (инфаркт миокарда, кардиомиопатии), желудочковых ПТ (особенно, тахикардии типа «пируэт»), частых полиморфных желудочковых ЭС, полной АВ-блокады. Описаны случаи идиопатической ФЖ, истинная этиология и частота встречаемости которой в настоящее время изучается.

Клинически фибрилляция и трепетание желудочков всегда сопровождаются потерей сознания, часто предшествующей смерти. ФЖ является основным механизмом реализации внезапной аритмогенной смерти. Эта аритмия редко возникает у новорожденных и детей раннего возраста, но в более старшем возрастном периоде и у взрослых ФЖ является основной фатальной аритмией.

Лечение должно быть максимально оперативным и включает проведение электрической дефибрилляции (при отсутствии возможности к ее проведению незамедлительно начинают непрямой массаж сердца), внутривенное введение антиаритмических препаратов (лидокаин, амиодарон и др.).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ:

1. Частый ритм сердца > 220 уд/мин.
2. Нерегулярные, хаотичные, полиморфные QRS комплексы – мерцание желудочков.
3. Регулярные, почти одинаковые по форме комплексы QRS, напоминающие синусоидальную кривую – трепетание желудочков.

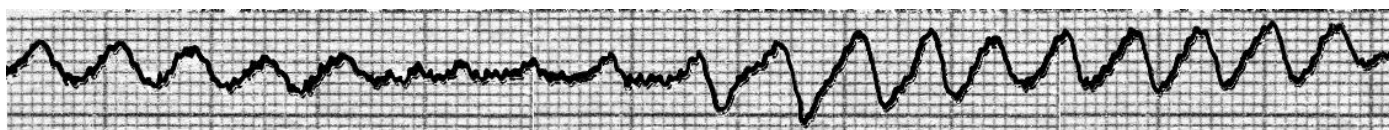


Рис. 65. Мерцание (фибрилляция) и трепетание желудочков. Ребёнок, 8 лет.

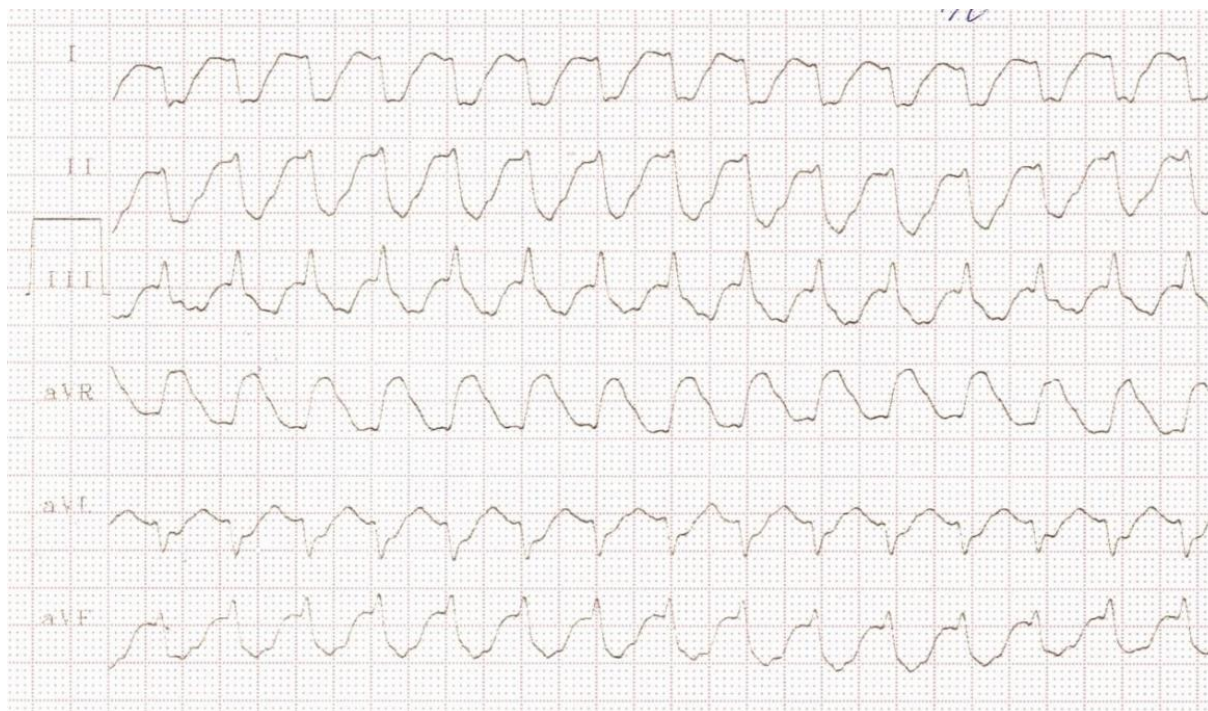


Рис. 66. Фибрилляция желудочков у ребенка 1 года
в терминальной стадии вирусного миокардита.

2. ГИПЕРТРОФИЯ И ДИЛАТАЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ И ЖЕЛУДОЧКОВ

Под гипертрофией того или иного отдела сердца понимают увеличение его массы за счет удлинения и/или утолщения мышечных волокон вследствие длительной усиленной работы (гиперфункции). Если имеет место увеличение толщины стенок сердца и его массы, такая гипертрофия называется концентрической. Она возникает при артериальной гипертензии, врожденных пороках сердца с препятствием кровотоку (коарктация и стеноз аорты, стеноз легочного ствола), гипертрофической кардиомиопатии и др. Дилатацией камер сердца называется увеличение объемов полостей сердца без утолщения их стенок, при этом масса миокарда также будет увеличена (эксцентрическая гипертрофия). Дилатация характерна для пороков сердца с наличием внутри- или внесердечных шунтов, недостаточности клапанного аппарата, дилатационной кардиомиопатии, миокардита и др. Гипертрофия и дилатация часто являются ведущими патогенетическими механизмами развития декомпенсации заболеваний сердца.

ЭКГ является косвенным методом определения перегрузки отделов сердца. На ЭКГ (в отличие от ЭхоКГ) прямых признаков увеличения толщины миокарда и размеров камер нет. Однако масса миокарда коррелирует с величинами соответствующих векторов ЭКГ, поэтому увеличивается амплитуда и продолжительность зубцов ЭКГ и появляются ЭКГ-признаки изменения положения сердца в грудной клетке. Кроме того, ЭКГ является важным критерием оценки эффективности проводимой терапии, выявления сопутствующих метаболических изменений в сердечной мышце, нарушений сердечного ритма и проводимости.

ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ГИПЕРТРОФИИ МИОКАРДА:

1. Увеличение амплитуды зубцов ЭКГ.
2. Уширение зубцов и комплексов ЭКГ, увеличение интервала внутреннего отклонения.
3. Происходят повороты сердца вокруг осей во фронтальной и поперечной плоскостях, изменяется положение ЭОС (отклоняется вправо или влево) и смещается переходная зона. Это приводит к изменению соотношения зубцов R и S в различных отведениях, прежде всего в грудных, а также углублению зубцов Q в некоторых отведениях.
4. Метаболические нарушения в гипертрофированном миокарде приводят к изменению процессов реполяризации. Вследствие этого происходит смещение сегмента ST и формируется отрицательный зубец T.

Степень выраженности перечисленных изменений на ЭКГ зависит от степени гипертрофии отделов сердца. Выявление начальных стадий гипертрофии предсердий и желудочков, особенно правого, нередко затруднено. Ниже приводятся основные электрокардиографические признаки, характерные для выраженной гипертрофии отделов сердца. У детей младших возрастных групп диагностика гипертрофии желудочков, особенно правого, отличается от таковой у взрослых, так как приходится учитывать возрастные особенности электрокардиограммы. Признаки, характерные для гипертрофии правого желудочка у взрослых, могут быть вариантом физиологической нормы у детей. Необходимо помнить, что при постановке электрокардиографического диагноза гипертрофии миокарда, всегда следует учитывать клинические данные.

При определении гипертрофии предсердий используют, в основном, II стандартное и V₁ грудное отведение. Для желудочков заключение делается на основании анализа ЭКГ в грудных отведениях.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДСЕРДИЙ

Увеличение электрической активности левого предсердия (ЛП). Зубец Р, выявляемый при увеличении электрической активности ЛП, называется «Р mitrale». Он характеризуется расширением, двугорбостью. Причинами перегрузки ЛП могут быть: врожденные или приобретенные пороки сердца с перегрузкой левых отделов сердца (стеноз и недостаточность митрального или аортального клапана, дефект межжелудочковой перегородки, открытый артериальный проток, общий открытый атриовентрикулярный канал, коарктация аорты и др.), гипертоническая болезнь, миокардит, кардиомиопатии (дилатационная, гипертрофическая, рестриктивная) и др.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛП:

1. Уширение зубца Р во II стандартном отведении > 80 мс у детей до 3 лет и > 120 мс в более старшем возрасте.
2. Продолжительность отрицательного компонента зубца Р в отведении V₁ > 40 мс и его амплитуды > 1 мм.
3. В I, II, aVL отведениях может быть раздвоенная, двухвершинная форма зубца Р в виде «набегающей волны».

Рис. 68. Увеличение левого предсердия у ребенка 8 лет с тяжелой недостаточностью митрального клапана на фоне ревмокардита (отведения II и V₁).

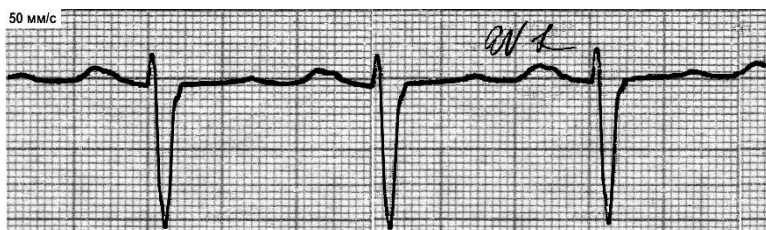


Рис. 67. Увеличение левого предсердия. Ребёнок, 1 год.

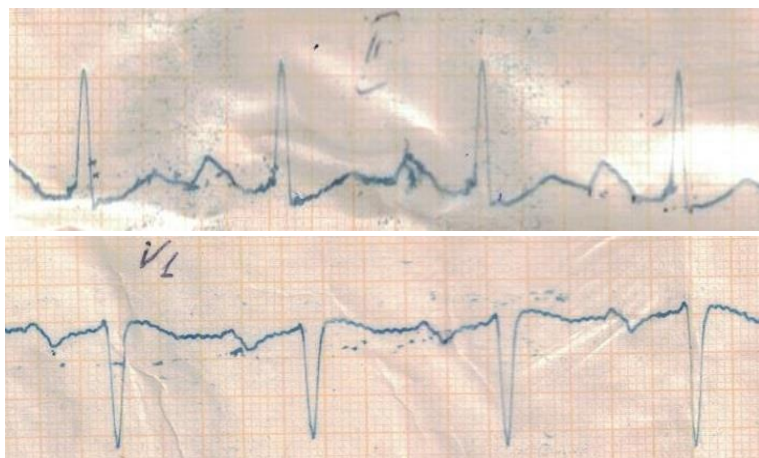


Рис. 68. Увеличение левого предсердия у ребенка 8 лет с тяжелой недостаточностью митрального клапана на фоне ревмокардита (отведения II и V₁)

Увеличение электрической активности правого предсердия (ПП). Зубец Р, характерный для увеличения ПП, называется «Р pulmonale». Он имеет высокую амплитуду и заостренную вершину. К причинам увеличения ПП относятся: врожденные или приобретенные пороки сердца с перегрузкой правых отделов сердца (недостаточность или стеноз трехстворчатого клапана или клапана легочной артерии, аномальный дренаж легочных вен, дефект межпредсердной перегородки и др.), легочная гипертензия, хронические заболевания бронхолегочной системы и др.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПП:

1. Увеличение во II стандартном отведении амплитуды зубцов Р > 3 мм у детей до 6 месяцев и > 2,5 мм в более старшем возрасте.
2. Во II, III, aVF отведениях зубец Р увеличен в высоту, заострен, продолжительность его в пределах нормы (0,09 с).
3. В отведениях V₁, V₂ зубец Р высокий с преобладающей положительной фазой до 5 мм.

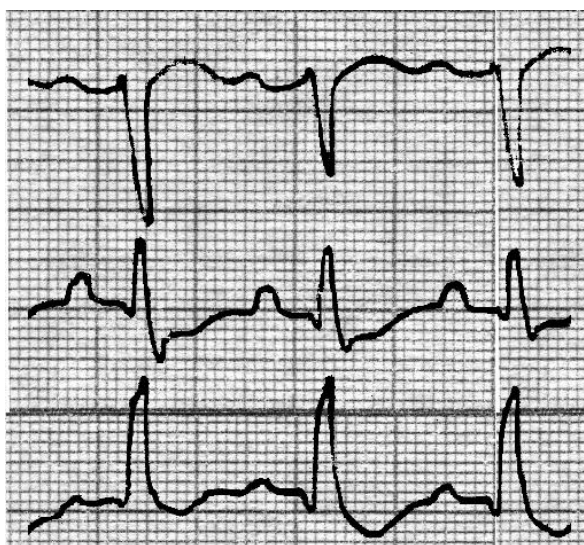


Рис. 69. Увеличение электрической активности правого предсердия.
Ребёнок, 2 мес.

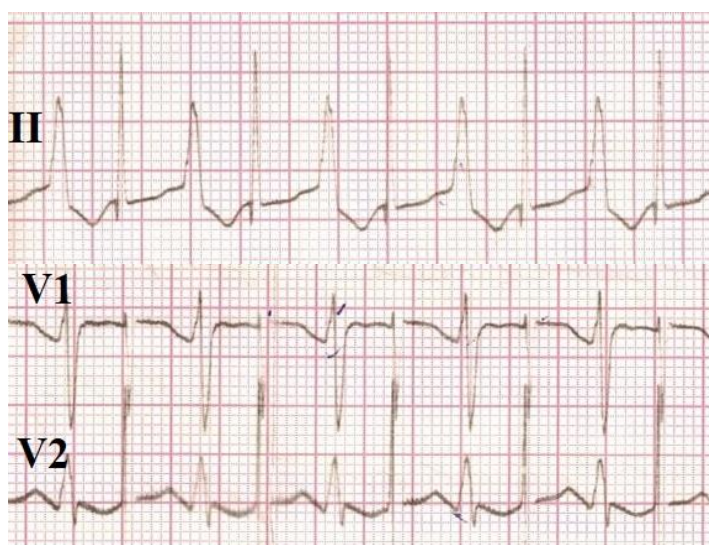


Рис. 70. Увеличение электрической активности правого предсердия у ребенка с врожденным пороком сердца (гипоплазия правого желудочка).



Рис. 71. Увеличение электрической активности обоих предсердий у ребенка 8 лет с гипертрофической кардиомиопатией, тяжелой недостаточностью митрального и трехстворчатого клапанов.

При увеличении электрической активности обоих предсердий на ЭКГ зубец Р высокий, широкий и двугорбый.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОБОИХ ПРЕДСЕРДИЙ:

1. Увеличение во II отведении амплитуды зубца Р > 2,5 мм и продолжительности > 80 мс у детей до 3 лет и 120 мс в более старшем возрасте.
2. Раздвоенная форма зубца Р.
3. Двухфазность зубца Р в V₁.

ГИПЕРТРОФИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ

ГИПЕРТРОФИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА (ЛЖ)

Основные причины гипертрофии ЛЖ:

- врожденные или приобретенные пороки сердца (аортальный стеноз, коарктация аорты, недостаточность митрального клапана и др.);
- идиопатическая и вторичные формы артериальной гипертензии;
- кардиты, кардиомиопатии, кардиосклероз и другие заболевания, сопровождающиеся поражением миокарда ЛЖ;
- физиологическая гипертрофия миокарда у детей, регулярно занимающихся спортом.

Основными критериями гипертрофии ЛЖ являются отклонение ЭОС влево, преобладание зубца R в I отведении над зубцом S, преобладание зубца R в отведении V₆ над зубцом S, преобладание зубца S над зубцом R в отведении V₁.

Гипертрофия любых отделов миокарда может привести к уменьшению кровоснабжения гипертрофированных участков (относительная недостаточность коронарного кровотока), что проявляется на ЭКГ признаками субэндокардиальной ишемии: снижением сегмента ST и зубца Т в отведениях с максимальным R (т.е. над участками максимальной гипертрофии). При гипертрофии ЛЖ эти изменения будут наиболее выражены в I, aVL, V₅ и V₆ отведениях.

Для определения гипертрофии ЛЖ также можно пользоваться критериями Соколова-Лайона (Sokolow-Lyon):

- $R_{V_5-V_6} + S_{V_1} > 35 \text{ мм};$
- $R_{V_1} + S_{III} > 25 \text{ мм};$
- $R_{aVL} > 11 \text{ мм};$
- $R_{V_5-V_6} > 26 \text{ мм}.$

Критерии Соколова-Лайона подходят детям старшего возраста и взрослым, т.к. амплитуда зубцов имеет возрастные особенности. Критерии гипертрофии ЛЖ для детей различных возрастов были предложены американскими кардиологическими ассоциациями (таблица 5).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ГИПЕРТРОФИИ ЛЖ:

1. Отклонение ЭОС $< 30^\circ$ у детей до 1 года и $< -30^\circ$ у более старших детей.
2. Преобладание зубца R в отведениях I и V_6 над зубцом S.
3. Преобладание зубца S в отведении V_1 над зубцом R.
4. Увеличение амплитуды зубцов R в V_5, V_6 .
5. Глубокие зубцы S в V_1, V_2 .
6. Исчезновение или значительное уменьшение амплитуды зубцов S и углубление зубцов Q в V_5, V_6 (комплексы qR, реже qRs).
7. Смещение переходной зоны вправо к V_2-V_1 , нередко переходные комплексы (R=S) отсутствуют.
8. Возможно увеличение продолжительности QRS.
9. Снижение сегмента ST и зубца T в I, aVL, V_5 и V_6 отведениях (субэндокардиальная ишемия).

Таблица 5. Критерии гипертрофии ЛЖ у детей (по рекомендациям АНА/ACCF/HRS)

Возраст	До 7 дней	1 неделя – 1 год	1-3 года	3-5 лет	Старше 5 лет
R V_6 , мм	> 12	> 23	> 23	> 25	> 27
S V_1 , мм	> 23	> 18	> 21	> 22	> 26
S V_1 + R V_6 , мм	> 28	> 32	> 38	> 42	> 47

Свои особенности на ЭКГ может иметь систолическая перегрузка ЛЖ (перегрузка давлением при пороках сердца с препятствием кровотоку, артериальной гипертензии) и диастолическая перегрузка ЛЖ (перегрузка объемом при врожденных пороках с дефектами перегородок, недостаточности клапанов). При последнем варианте дилатированный желудочек возбуждается дольше, чем в норме, в результате чего длительность QRS увеличивается настолько, что его форма приобретает вид блокады левой ножки пучка Гиса, появляются глубокие Q в левых грудных отведениях. Зубцы T обычно высокие, симметричные, остроконечные в I, II, aVL, V_5 и V_6 . При систолической перегрузке зубцы T становятся сглаженными, симметричными в отведениях, отражающих потенциалы ЛЖ (II, III, aVF, V_4-V_6).

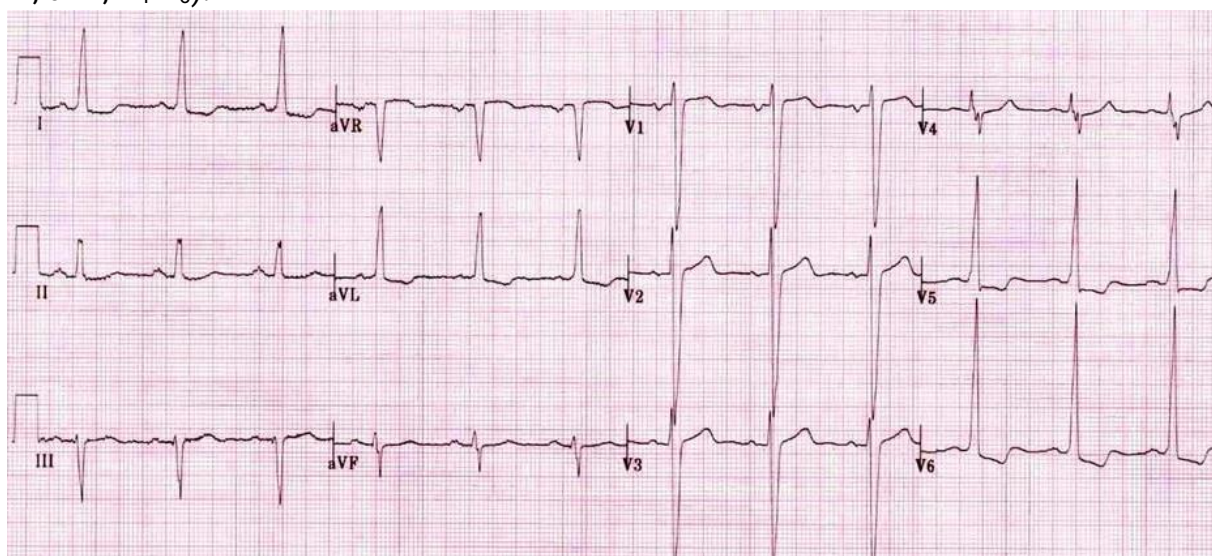


Рис. 72.
Гипертрофия
левого
желудочка.

ГИПЕРТРОФИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА (ПЖ)

Основные причины гипертрофии ПЖ:

- врожденные или приобретенные пороки сердца (тетрада Фалло, транспозиция магистральных артерий, стеноз или недостаточность клапана легочной артерии, дефект межпредсердной перегородки и др.);
- заболевания бронхо-легочной системы;
- легочная гипертензия;
- кардиты, кардиомиопатии и другие заболевания, сопровождающиеся поражением миокарда ПЖ.

В диагностике гипертрофии ПЖ у детей раннего возраста существуют трудности, связанные с физиологическим преобладанием потенциалов ПЖ.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ГИПЕРТРОФИИ ПЖ:

1. Отклонение ЭОС вправо $> 100^\circ$ (может быть вариантом нормы у детей раннего возраста).
2. Преобладание зубца R в I отведении над зубцом S.
3. Преобладание зубца S в отведении V_1 над зубцом R.
4. Высокие зубцы R в правых грудных отведениях V_1, V_2 .
5. Глубокие зубцы S в левых грудных отведениях V_5, V_6 .
6. Выраженные зубцы Q в отведениях V_1, V_2 .
7. Возможно увеличение продолжительности QRS.
8. Смещение переходной зоны к левым грудным отведениям (V_4, V_5).
9. qS паттерн в V_1 .
10. Сегмент ST смещен вниз, зубец T отрицательный в правых грудных отведениях V_1, V_2 , а также в III и aVF.
11. S-тип ЭКГ (преобладание глубоких зубцов S в V_1-V_6) или M-тип (блокадный) (QRS деформирован в виде буквы M и уширен в правых грудных отведениях, а в левых грудных регистрируется глубокий и/или широкий зубец S).

Существуют критерии Соколова-Лайона (Sokolow-Lyon) для определения гипертрофии ПЖ: $R V_1 > 7$ мм; $S V_1 < 2$ мм; $R V_5 < 4$ мм; $S V_5 > 7$ мм; $R V_1 + S V_5 < 10,5$ мм; $R/S V_1 > 1$ мм у детей старше 5 лет и > 4 мм у детей до 5 лет; $R/S V_5 < 1$ мм; соотношение $R/S V_5$ к $R/S V_1 < 0,4$ мм; время внутреннего отклонения в V_1 и $V_2 > +0,04$ с; $R aVR > 5$ мм; зубец T имеет обратное направление в V_1 при $R > 5$ мм; снижение сегмента ST или зубца T в aVL, aVF; отклонение ЭОС вправо $> 110^\circ$.

Критерии гипертрофии ПЖ для детей различных возрастов, предложенные американскими кардиологическими ассоциациями, представлены в таблице 6.

Таблица 6. Критерии гипертрофии ПЖ у детей (по рекомендациям АНА/ACCF/HRS)

Возраст	До 7 дней	1 неделя – 1 год	1-3 года	3-5 лет	Старше 5 лет
R V ₁ , мм	> 27	> 22	> 18	> 18	> 13
S V ₆ , мм	> 10	> 10	> 7	> 6	> 4
S V ₁ + R V ₆ , мм	> 37	> 43	> 30	> 24	> 17

Длительная систолическая перегрузка ПЖ (перегрузка давлением) может сопровождаться нарушением реполяризации миокарда: появлением отрицательных и более глубоких зубцов Т, депрессией сегмента ST. При диастолической перегрузке возникает незначительный подъем ST при положительных, высоких Т в правых грудных отведениях.

Для определения гипертрофии обоих желудочков информативными считаются критерии Katz-Wachtel: амплитуда R+S в V₃-V₄ > 60 мм в любом возрасте.

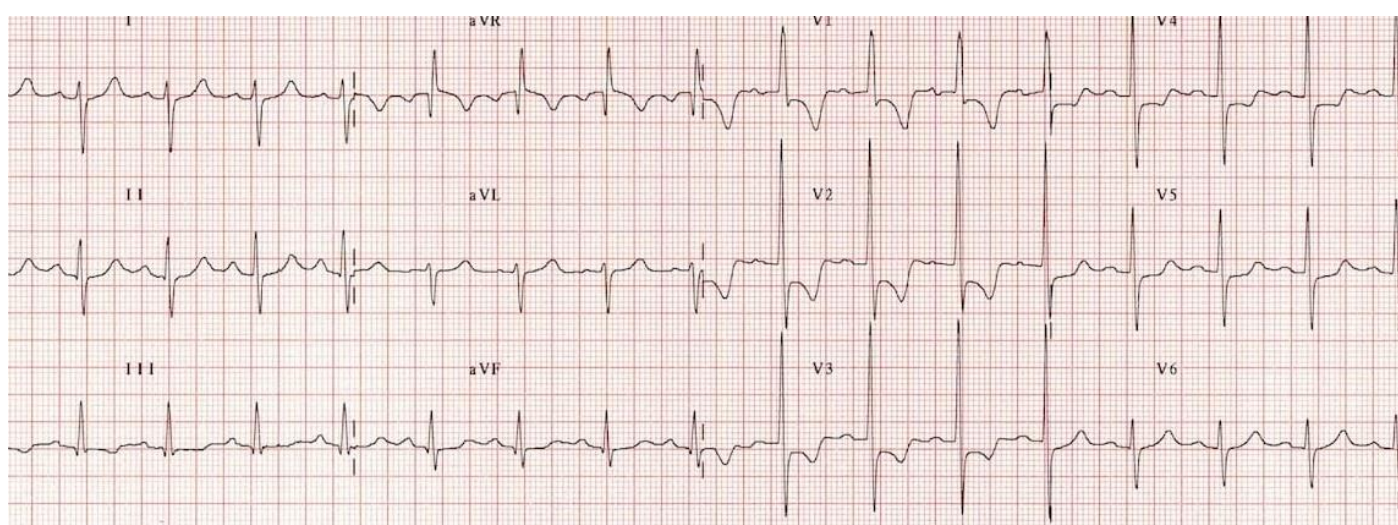


Рис. 73. Гипертрофия правого желудочка.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АЛЬТЕРНАЦИЯ

Электрическая альтернация – чередование электрокардиографических комплексов различных по амплитуде и форме в одном отведении. Электрическая альтернация может касаться одного, нескольких или всех ЭКГ-комплексов (зубцов Р, Т, комплексов QRS или их комбинации). Чаще всего альтернация затрагивает только желудочковый комплекс QRS (см. рис. 52, стр. 61).

Электрическая альтернация обычно наблюдается при органических заболеваниях сердца. Однако допускается дыхательная электрическая альтернация у детей, связанная с изменением положения сердца в грудной клетке при дыхании, и электрическая альтернация зубцов R у новорожденных детей как отражение нестабильности миокарда. Часто электрическая альтернация отмечается при аритмиях, у больных с экссудативным перикардитом при угрозе тампонады сердца.

Альтернация зубца Т является возможным предшественником полиморфной желудочковой ПТ. Она может наблюдаться при синдроме удлинённого интервала QT, гипертрофической кардиомиопатии, застойной сердечной недостаточности и острой легочной эмболии. Ее возникновение может являться предиктором внезапной сердечной смерти.

4. ИШЕМИЯ И ИНФАРКТ МИОКАРДА У ДЕТЕЙ

Основные проявления ишемии миокарда на ЭКГ - ST-T изменения. Этиология ишемических изменений у детей:

- болезни миокарда (миокардиты, кардиомиопатии);
- легочная гипертензия;
- артериальная гипертензия;
- пороки развития коронарных артерий (аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочной – синдром Бланда-Уайта-Гарланда) и другие врожденные пороки сердца;
- коронариты (при болезни Кавасаки, узелковом полиартериите и др.);
- инфекционные эндокардиты;
- опухоли сердца;
- травмы грудной клетки;
- кардиомиопатия Такоцубо;
- другие состояния.

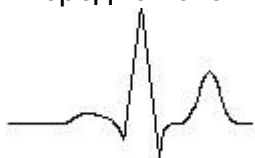
Кратковременная ишемия → изменения сегмента ST.

Длительная ишемия → изменения сегмента ST + зубца Т.

Некроз → изменения ST + зубца Т + патологический Q.

Различают субэндокардиальную и субэпикардиальную ишемию. Их особенности представлены в таблице 7.

Таблица 7. Дифференциальная диагностика субэндокардиальной и субэпикардиальной ишемии.

	субэндокардиальная	субэпикардиальная
причины	вторичные изменения ЭКГ при синдроме WPW, блокаде ножек пучка Гиса, гипертрофии ЛЖ, лекарственных воздействиях и др.	первичные изменения ЭКГ при миокардитах, перикардитах, гипоксии миокарда и др.
сегмент ST	депрессия над зоной ишемии 	элевация над зоной ишемии 
зубец Т	чаще высокий, остроконечный – при поражении задней стенки; сглаженный, отрицательный в «зеркальных» (реципрокных) отведениях – при поражении передней стенки 	отрицательный («коронарный») над зоной ишемии 

Дифференциальная диагностика ишемических ST-T изменений проводится с синдромом ранней реполяризации желудочков (СРРЖ), основным проявлением которого является подъем сегмента ST, более выраженный в V₂-V₃. СРРЖ часто встречается у детей старшего возраста и подростков. Его клиническое значение в настоящее время не определено. Предполагается связь СРРЖ с усилением вегетативных влияний на сердце, не исключается роль в развитии нарушений сердечного ритма. Ряд авторов относит СРРЖ к электрическим заболеваниям миокарда. Схожие сдвиги ST в правых грудных отведениях могут регистрироваться при синдроме Бругада (см. каналопатии).

Дугообразное, выпуклостью вниз смещение сегмента ST называется «корытообразным» и встречается при интоксикации сердечными гликозидами.

Субэпикардиальные ST-T изменения характерны для перикардитов. Они связаны с ухудшением электропроводности над зоной поражения и перегрузкой отделов сердца вне зоны сдавления перикардиальным выпотом. К ЭКГ-проявлениям острого периода перикардита относятся: подъем сегмента ST, возникающий одновременно в большом количестве отведений (наиболее выражен в I, II, III, aVF, V₃-V₆), отрицательный зубец Т (может появляться позже подъема сегмента ST или одновременно с ним), низкий вольтаж комплекса QRS, альтернация QRS и зубца Т.

При кардиомиопатиях и миокардитах ST-T изменения многообразны и отражают гипертрофию и дилатацию различных отделов сердца, могут сопровождаться нарушениями

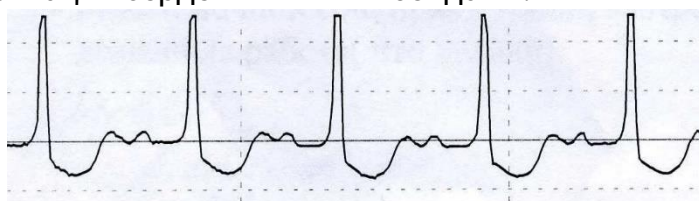


Рис. 74. «Корытообразный» ST при интоксикации дигоксином у ребенка 1 года с дилатационной кардиомиопатией (фрагмент суточного мониторинга ЭКГ по Холтеру).

сердечного ритма и проводимости (АВ-блокады, внутрижелудочковые блокады), удлинением интервала QT, изменением вольтажа ЭКГ (низковольтажная ЭКГ характерна для миокардита, повышение амплитуды зубцов QRS – при гипертрофической, дилатационной кардиомиопатиях и др.).

ST-T изменения также могут быть связаны с вегетативной дисфункцией, электролитными нарушениями. Обследование пациента при их выявлении включает стресс-тесты, 12-ти канальное суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру, ЭхоКГ и стресс-ЭхоКГ, коронарографию и другие исследования.

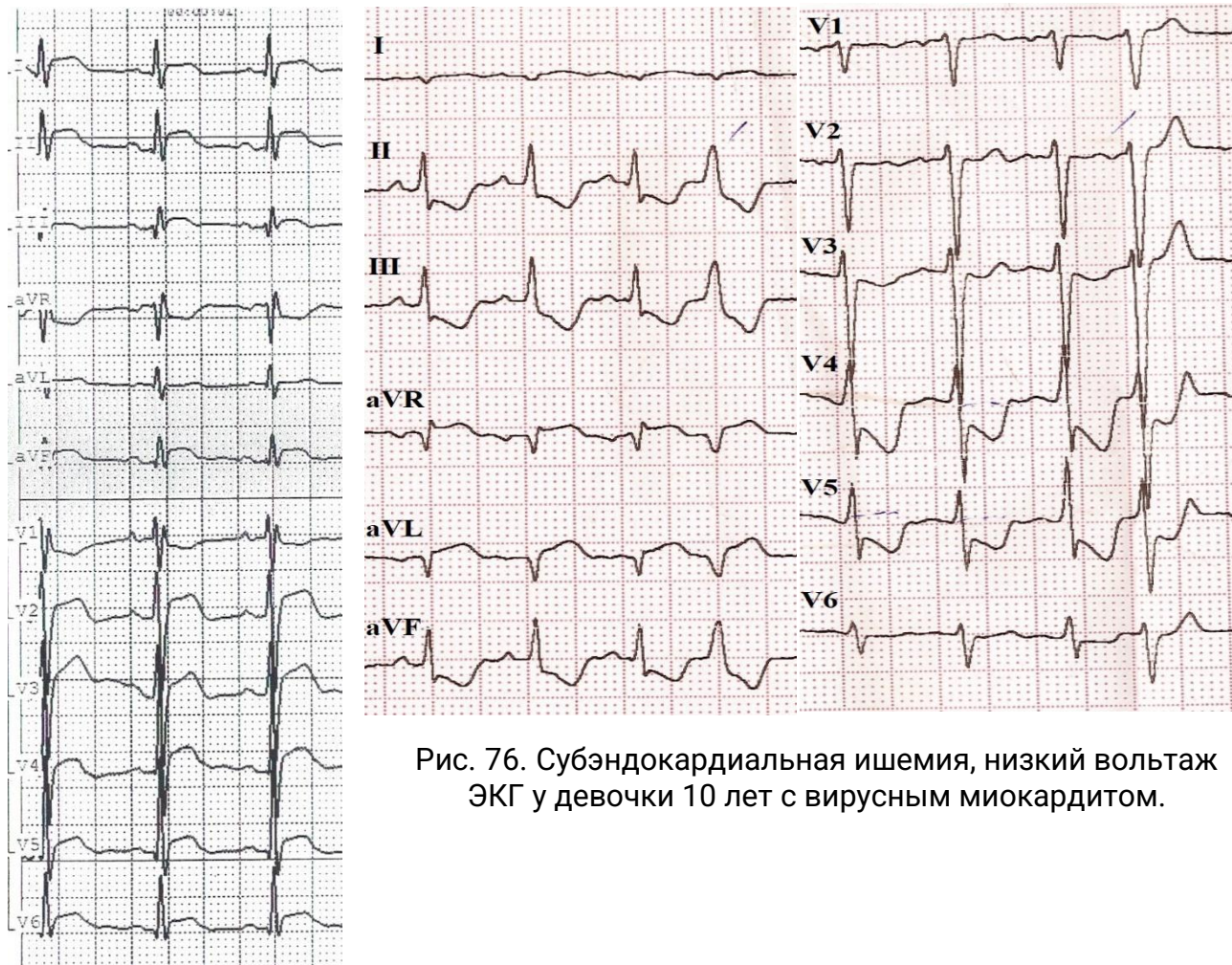


Рис. 76. Субэндокардиальная ишемия, низкий вольтаж ЭКГ у девочки 10 лет с вирусным миокардитом.

Рис. 75.
Субэпикардиальная
ишемия при
экссудативном
перикардите у
мальчика 17 лет.

Сочетание изменений сегмента ST, зубца Т и патологического Q на ЭКГ говорит об инфаркте миокарда (ИМ).

При ИМ существует динамика изменений:

- подъем ST происходит в первые 1-2 часа и сохраняется 2-3 недели;
- патологический Q или комплекс QS соответствует острой (рубцовой) стадии ИМ, возникает через 3-12 ч и сохраняется длительно.

По локализации изменений можно определить топику ИМ. Выраженность подъема ST является ЭКГ-признаком остроты процесса.

Обширность ИМ определяется по характеру зубцов S и R:

- мелкоочаговый, неинтрамуральный ИМ → нет патологического Q, высокий R;
- крупноочаговый ИМ → патологический Q, сохраняются зубцы R;
- трансмуральный ИМ → зубцы R отсутствуют, формируются патологические QS в отведениях, соответствующих зоне ИМ.

При выявлении ишемии и ИМ у ребенка грудного возраста необходимо исключить аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочной артерии (синдром Бланда-Уайта-Гарланда). В норме левая коронарная артерия отходит от аорты. При ее отхождении от легочной артерии возникает «обкрадывание» коронарного кровотока, приводящее к ишемии и ИМ. Основными ЭКГ-признаками этого порока сердца, являются:

- патологические зубцы Q в отведениях I, aVL, V₅, V₆;
- отрицательные глубокие зубцы Т в отведениях I, aVL, V₅, V₆;
- «провал» амплитуды зубца R в отведениях V₃-V₄.

ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ИНФАРКТА МИОКАРДА:

1. Подъем (элевация) сегмента ST в отведениях с «+» электродом, соответствующим области ИМ.
2. Депрессия (снижение) сегмента ST в отведениях с «-» электродом («зеркальных» или дискордантных).
3. Появление патологических Q (расширение Q и QS более 0,03 с и ↑ амплитуды > 5 мм от зубца R в III и aVF отведениях).
4. Инверсия или двухфазность (+/-) зубца Т.
5. Снижение амплитуды зубца R.
6. Острая блокада левой ножки пучка Гиса.

Другими аномалиями развития коронарных сосудов могут быть: отхождение единой или правой коронарной артерии от легочной, левой коронарной артерии от правого синуса Вальсальвы, стеноз и атрезия устья коронарных артерий, ныряющие артерии и коронарные свищи.

Еще одной возможной причиной возникновения ИМ у маленького ребенка является васкулит коронарных артерий (коронариит). Чаще всего он возникает на фоне болезни Кавасаки и заканчивается формированием аневризм коронарных артерий, их стенозов, тромбозов. Перенесенная болезнь Кавасаки является одной из ведущих причин дебюта ишемической болезни сердца в молодом возрасте.

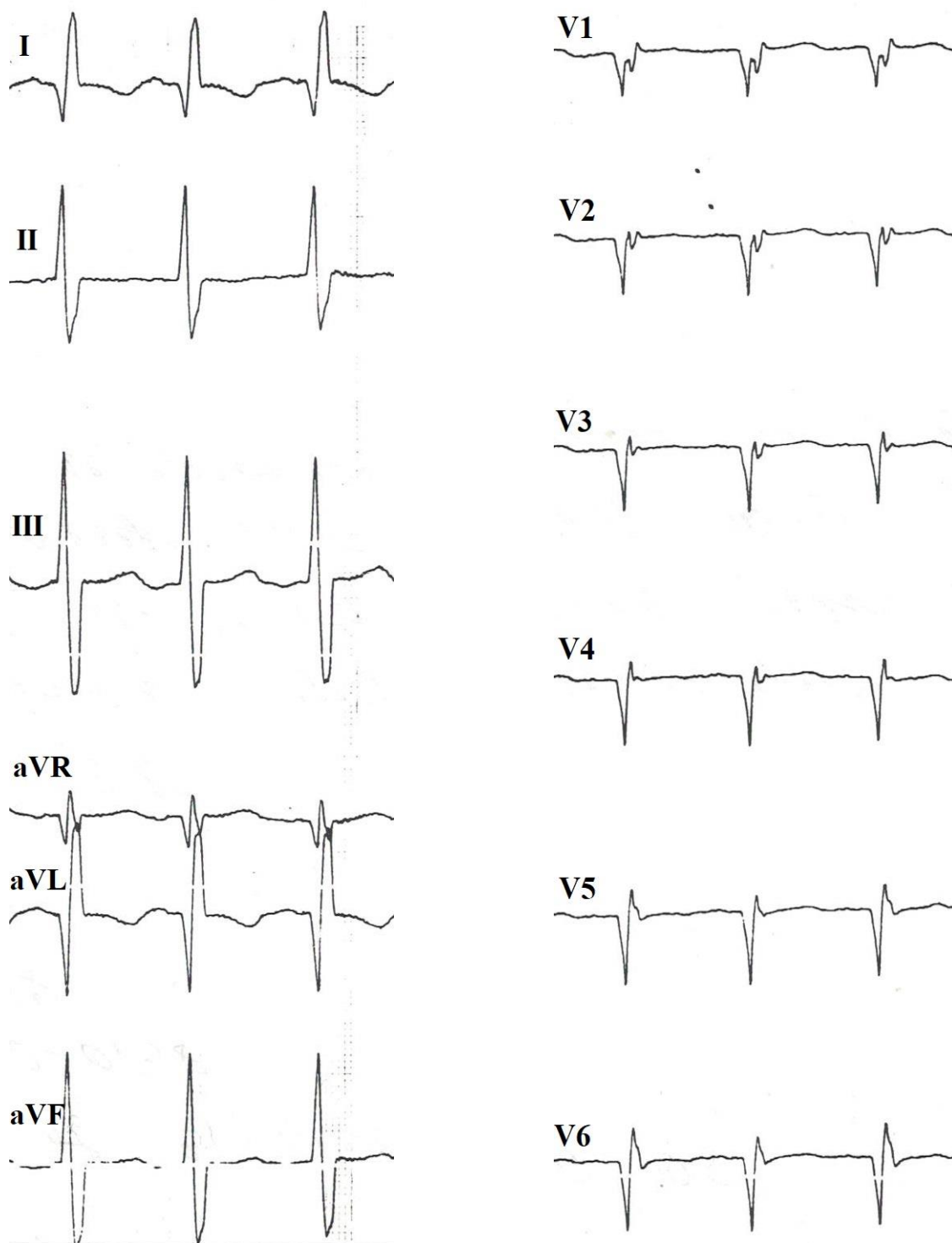


Рис. 77. Рубцовые изменения миокарда передней и боковой стенки левого желудочка у ребенка 3,5 месяца с врожденным пороком сердца (аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочной артерии).

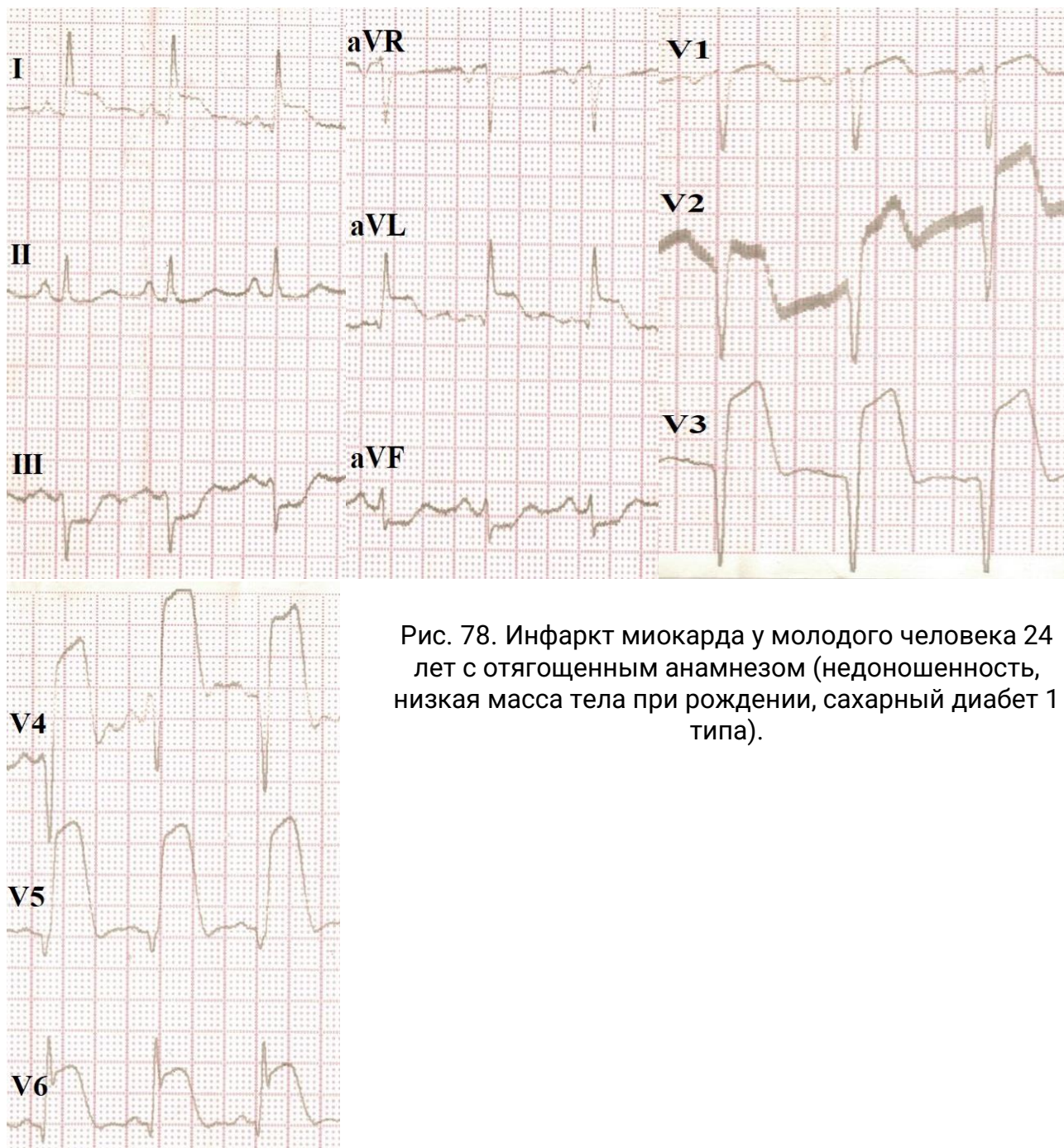


Рис. 78. Инфаркт миокарда у молодого человека 24 лет с отягощенным анамнезом (недоношенность, низкая масса тела при рождении, сахарный диабет 1 типа).

5. ИОННЫЕ КАНАЛОПАТИИ

Ионные каналопатии (электрические болезни миокарда) – первичные, генетически обусловленные заболевания, при которых происходит нарушение работы ионных каналов кардиомиоцитов, приводящее к нарушениям ритма сердца. Каналопатии связаны с мутациями в генах, кодирующих синтез белков клеточных мембран, ответственных за трансмембранные ионные токи Na^+ и K^+ . К электрическим болезням миокарда относятся:

- Синдром удлиненного интервала QT;
- Синдром короткого интервала QT;
- Синдром Бругада;
- Катехоламинергические пароксизмальные ЖТ.

Ряд авторов также относит к каналопатиям синдром ранней реполяризации желудочков (СРРЖ) (см. стр. 74). Все эти состояния сопряжены с высоким риском возникновения жизнеугрожающих аритмий, приводящих к внезапной аритмогенной смерти.

СИНДРОМ УДЛИНЕННОГО ИНТЕРВАЛА QT (СУИ QT)

Синдром удлиненного интервала QT - наследственное заболевание с высоким риском внезапной сердечной смерти, характеризующееся удлинением QTс по ЭКГ, синкопальными состояниями на фоне эпизодов жизнеугрожающих желудочковых аритмий, наиболее часто – желудочковой тахикардии типа «пируэт».

По этиологии различают первичный и вторичный СУИ QT. Последний может возникать на фоне электролитных нарушений (гипокалиемия, гипокальциемия, гипомagneмизация), действия лекарственных препаратов (в первую очередь, антиаритмические средства).

Чаще всего первичный СУИ QT обусловлен аномалиями калиевых каналов. Описаны и более редкие варианты, связанные с патологией натриевого и кальциевого тока.

СУИ QT является наиболее хорошо изученной каналопатией. Известны варианты СУИ QT с аутосомно-доминантным типом наследования: синдромы Романо-Уорда, Андерсона-Тавила (для него характерны также аутизм, параличи, фенотипические особенности), Тимоти (имеет фенотипические особенности). Аутосомно-рецессивно наследуется синдром Джервела-Ланге-Нельсона, сочетающегося с глухотой. В настоящее время определено 15 молекулярно-генетических вариантов заболевания, и предполагается, что это еще не окончательный список. Более 80% случаев приходятся на первые три варианта из них, обозначаемых как LQT1, LQT2 и LQT3. Для каждого из этих типов определены триггерные факторы, запускающие жизнеугрожающие нарушения ритма: LQT1 – стресс (физический или эмоциональный), LQT2 – резкий звук, LQT3 – отдых, сон.

По клиническим проявлениям выделяют:

- синкопальные формы СУИ QT (если у пациента были эпизоды головокружений или синкопальных состояний, связанные с возникновением нарушений сердечного ритма);
- бессимптомные формы СУИ QT (есть удлинение QTс, но нет и никогда не было синкопальных состояний или нарушений сердечного ритма);
- формы СУИ QT без симптомов и удлинения QTс на ЭКГ (имеет место скрытое удлинение QTс, выявляющееся при проведении нагрузочных проб, или обнаружена патогенная мутация).

Бессимптомные формы СУИ QT или наличие патогенной мутации уже являются показаниями для назначения терапии, так как в 25% случаев СУИ QT дебютирует внезапной сердечной смертью.

В мировой клинической практике используется только один метод определения должного значения интервала QT – расчет скорректированного интервала QT (QTc) по формуле Базетта (см. Раздел IV, п. 6.10.2. – стр. 22). Все клинические рекомендации основаны только на этой формуле. При исключении причин для вторичного удлинения QT, диагноз СУИ QT правомерен при QTc $\geq$ 500 мс на повторных 12 канальных ЭКГ или наличии 3,5 и более баллов по критериям Шварца (таблица 8).

Таблица 8. Критерии P.Schwartz для диагностики СУИ QT.

ЭКГ-критерии	баллы
QTc > 480 мс	3
QTc > 460-479 мс	2
QTc > 450-459 мс (мужчины)	1
QTc $\geq$ 480 мс на 4й минуте восстановления после велоэргометрии	1
Тахикардия «пируэт»	1
Альтернация зубца Т	1
Двугорбый зубец Т как минимум в 3х отведениях	1
Брадикардия (соответственно возрасту)	0,5
Клинические критерии	баллы
Синкопе, провоцируемые стрессом	2
Синкопе без стресса	1
Врожденная глухота	0,5
Наличие случаев регистрации СУИ QT в семье	1
Наличие случаев внезапной необъяснимой смерти у членов семьи моложе 30 лет	0,5

Диагноз СУИ QT также может рассматриваться при выявлении QTc $\geq$ 480 мс на повторных 12 канальных ЭКГ у пациентов с необъяснимыми синкопе при отсутствии причин для вторичного удлинения QT. При выявлении патогенных мутаций диагноз СУИ QT ставится, независимо от продолжительности QTc. Обнаружение патогенной мутации – показание для обследования всех членов семьи.

При отсутствии удлинения QTc на ЭКГ, снятой в горизонтальном положении, следует повторить исследование в ортостазе. Существуют также провокационные лекарственные пробы для выявления СУИ QT, которые проводятся с осторожностью и только в специализированном стационаре. При значительном удлинении интервала QT на ЭКГ может регистрироваться брадикардия, АВ-блокада II степени типа Мобитц 2, с выпадающим каждым вторым комплексом QRS (2:1).

Из медикаментозных средств в терапии СУИ QT используются бета-адреноблокаторы (при LQT1 и LQT2), мексилетин (при LQT3). Часто пациенты требуют имплантации кардиовертера-дефибриллятора (ИКД). В качестве хирургического метода лечения рассматривается удаление левого звездчатого ганглия.

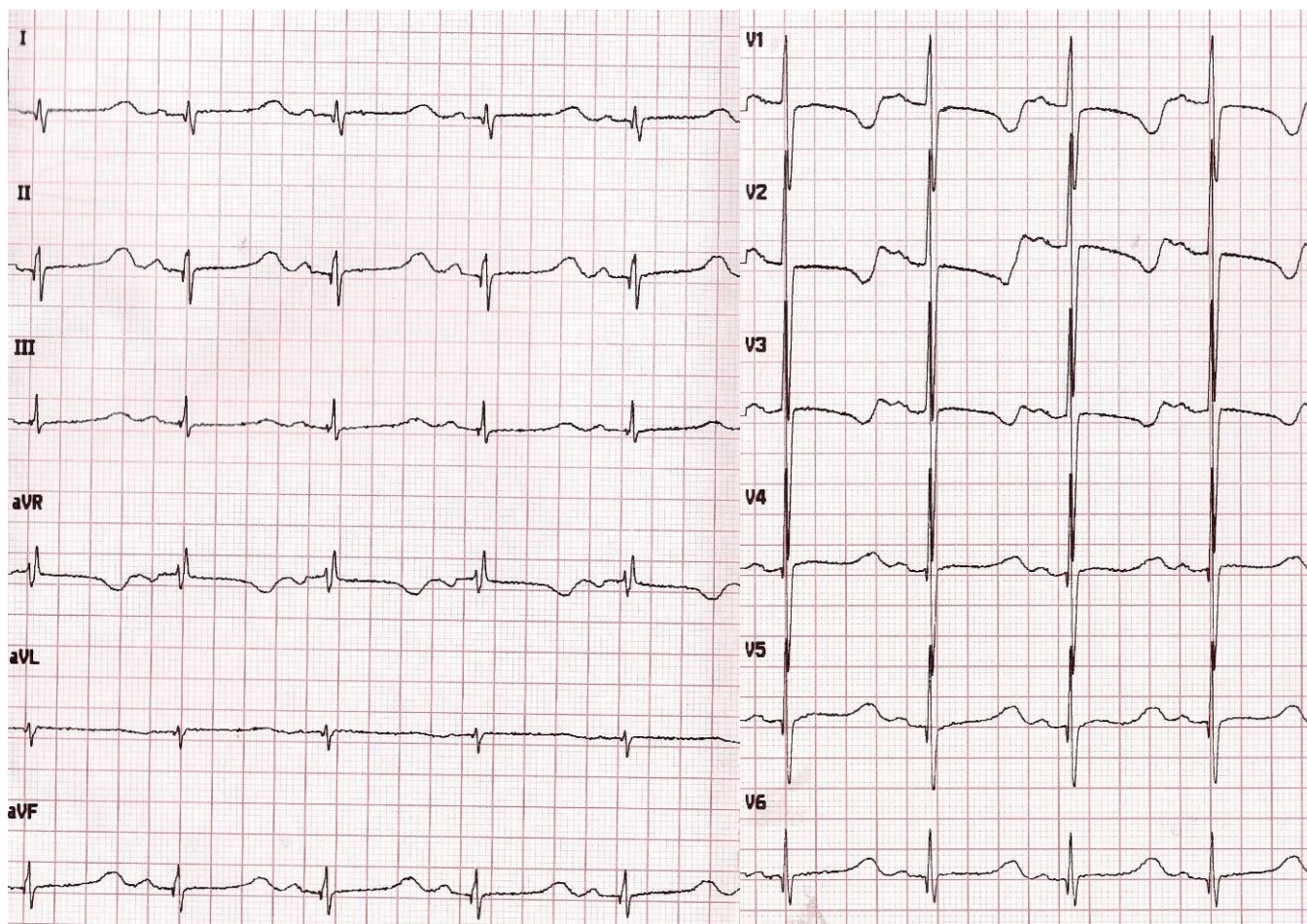


Рис. 79. ЭКГ ребенка 14 суток жизни. ЧСС 120-130 в минуту. QT 420 мс. QTс 605 мс. Из анамнеза: у отца ребенка брадикардия, синкопальные состояния (не обследован).

СИНДРОМ КОРОТКОГО ИНТЕРВАЛА QT (СКИ QT)

Укорочению интервала QT отводится меньшее клиническое значение, чем удлинению. Хотя известно, что ускорение времени электрической систолы желудочков также может возникать при электролитных нарушениях (в первую очередь, гиперкальциемии), интоксикации сердечными гликозидами, ацидозе и других состояниях, провоцируя нарушения сердечного ритма. Идиопатическое укорочение интервала QT (idiopathic short QT interval) реже встречается в популяции, чем СУИ QT. В настоящее время описано 8 молекулярно-генетических вариантов СКИ QT.

Выделяют две клинических формы короткого QT:

- постоянное (идиопатическое), независимое от ЧСС укорочение QT;
- парадоксальное (брадизависимое) укорочение QT.

При последнем варианте возникает чрезмерное укорочение QT при снижении ЧСС, что приводит к риску возникновения нарушений сердечного ритма.

Диагностические критерии СКИ QT для детей в настоящее время не определены. Постановка диагноза СКИ QT считается оправданной при укорочении QTс < 330 мс или QTс < 360 мс при наличии отягощенного анамнеза (внезапные смерти среди родственников молодого возраста или доказанные случаи СКИ QT в семье).

Клинически СКИ QT может проявляться головокружениями, синкопальными состояниями, ощущением сердцебиения, нарушениями сердечного ритма на ЭКГ, внезапной сердечной смертью. В качестве медикаментозной терапии СКИ QT рассматривается назначение хинидина, пропафенона.

ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СИНДРОМА УКРОЧЕННОГО ИНТЕРВАЛА QT:

1. Укорочение интервала QTс.
2. Изменение формы QS с «готическим» подъемом зубца Т и укорочением расстояния до вершины Т.

СИНДРОМ БРУГАДА

Синдром Бругада - наследственное заболевание, обусловленное мутацией гена SCN5A, расположенного в коротком плече 3 хромосомы, кодирующего биосинтез белковых субъединиц натриевого канала кардиомиоцитов (быстрый натриевый ток потенциала действия).

Выделяют синкопальную и бессинкопальную формы заболевания. Клинические проявления обычно возникают в молодом возрасте (до 35-40 лет). Самый ранний дебют синдром Бругада описан у ребенка 3 месяцев. Жизнеугрожающие нарушения ритма, как правило, развиваются поздно вечером и ночью во время сна (критический период 4-5 часов утра). Заболевание может проявляться приступами ночного удушья или агонального дыхания, общим недомоганием, головокружениями, потерей сознания, возможны судороги и внезапная сердечная смерть.

В диагностике синдрома Бругада учитывается семейная история случаев внезапной смерти в возрасте менее 45 лет в сочетании с типичным типом элевации ST, синкопальными и агональными постуральными состояниями, индуцированной желудочковой тахикардией.

В зависимости особенностей сегмента ST выделяют 3 ЭКГ-типа синдрома Бругада. Для каждого из них характерна элевация точки (волны) J более 2 мм (точкой J называется место окончания комплекса QRS и перехода его в сегмент ST). Зубец Т может быть «+» (1 тип), «+/-» (2 тип) или «-» (3 тип). Сегмент ST имеет форму «свода» (1 тип) или седла (2 и 3 типы), конечная его часть отрицательная (1 тип), поднята над изолинией > 1 мм (2 тип) или элевация ее незначительная < 1 мм (3 тип).

ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СИНДРОМА БРУГАДА:

1. Специфический подъем сегмента ST в отведениях V₁-V₃ спонтанный или выявленный при проведении лекарственных проб.
2. Блокада правой ножки пучка Гиса.
3. Периодическое удлинение интервала PR.
4. Приступы полиморфной желудочковой тахикардии.

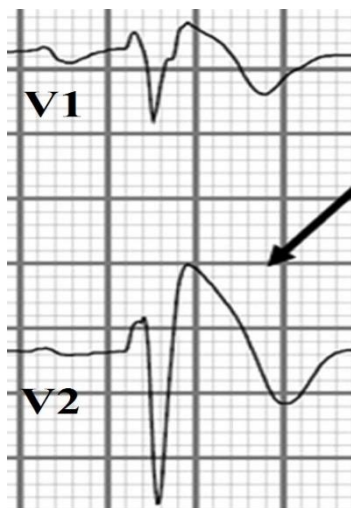


Рис. 80. 1 тип синдрома Бругада.

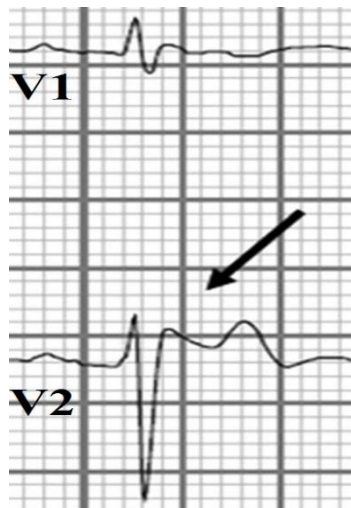


Рис. 81. 2 тип синдрома Бругада.



Рис. 82. 3 тип синдрома Бругада.

Дифференциальная диагностика синдрома Бругада проводится с синдромом ранней реполяризации желудочков, другими каналопатиями. В лечении наиболее эффективными считаются антиаритмические препараты 1 А класса (хинидин, дизопирамид). Часто пациенты с синдромом Бругада требуют установки ИКД.

КАТЕХОЛАМИНЕРГИЧЕСКАЯ ПОЛИМОРФНАЯ ЖЕЛУДОЧКОВАЯ ТАХИКАРДИЯ (КПЖТ)

Катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия (КПЖТ) – это каналопатия, характеризующаяся возникновением полиморфной двунаправленной желудочковой тахикардии в ответ на физическую и/или эмоциональную нагрузку, введение катехоламинов при отсутствии структурной патологии сердца. Заболевание характеризуется высоким риском возникновения внезапной сердечной смерти, часто - злокачественным течением.

К КПЖТ не относят полиморфные и двунаправленные ЖТ, возникающие в результате интоксикаций сердечными гликозидами, других каналопатий, кардиомиопатий, электролитных нарушений и др. Стресс-индуцируемые мономорфные ЖТ также не относятся к этой группе.

Причиной КПЖТ является мутация в гене рианадинового рецептора (RyR2), кодирующего Ca^{2+} -регуляторный белок (PCVT1), или белка кальсеквистрина (CASQ2), регулирующего высвобождение кальция из саркоплазматического ретикулула (PCVT2). Эти нарушения ведут к перегрузке кардиомиоцитов ионами кальция.

КПЖТ может клинически проявляться ощущением сердцебиения, синкопальными состояниями, индуцируемыми физической или эмоциональной нагрузкой, переходить в ФЖ и заканчиваться летальным исходом.

Описаны случаи сочетания КПЖТ с укорочением интервала PQ (PR) и брадикардией, протекающие наиболее злокачественно. В лечении КПЖТ наиболее эффективными считаются бета-адреноблокаторы, установка ИКД.

ОБЩИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ КАТЕХОЛАМИНЕРГИЧЕСКИХ ПОЛИМОРФНЫХ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ ТАХИКАРДИЙ:

1. Пароксизмы желудочковой тахикардии, подразумевающие не менее двух морфологий комплекса QRS в залпе.
2. Эпизоды ЖТ провоцируются физической или эмоциональной нагрузкой, введением катехоламинов.

6. ЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ НАРУШЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ:

Гипокалиемии:

1. Депрессия сегмента ST.
2. Уменьшение амплитуды зубца Т или формирование двухфазного (-/+) или отрицательного зубца Т.
3. Появление зубца U.
4. Удлинение интервала QT.
5. Может быть удлинение интервала PQ (PR).

Гиперкалиемии:

1. Снижение амплитуды зубца Р.
2. Высокие, узкие, заострённые положительные зубцы Т (при концентрации $K^+ > 7$ ммоль/л).
3. Нормальный или удлинённый интервал PQ (PR).
4. Укорочение интервала QT.
5. Расширение комплекса QRS (при концентрации $K^+ > 9$ ммоль/л).
6. Возможны нарушения внутрижелудочковой проводимости.

Гипокальциемии:

1. Удлинение интервала QT.
2. Расширение QRS комплекса.
3. Удлинение сегмента QT.

Гиперкальциемии:

1. Укорочение интервала QT.
2. Комплекс QRS может быть укорочен.
3. Увеличение интервала PQ (PR).

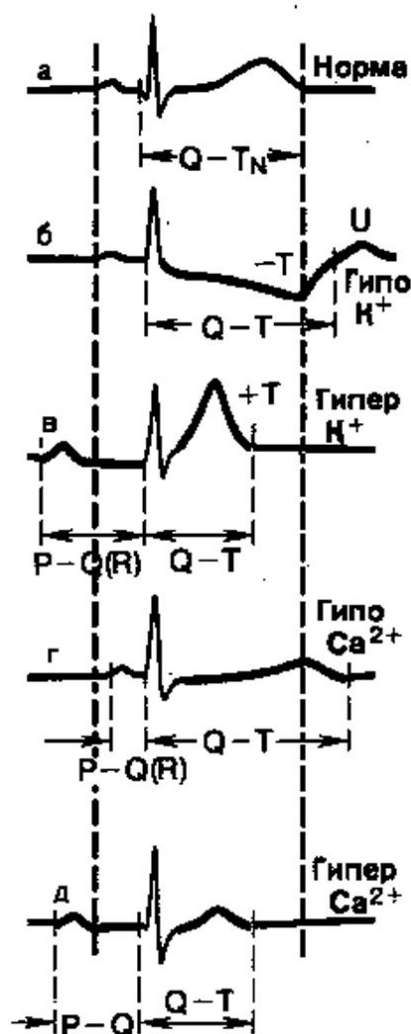


Рис. 83. Вид ЭКГ в норме и при нарушениях электролитного обмена:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| а) норма; | г) гипокальциемия |
| б) гипокалиемия; | д) гиперкальциемия. |
| в) гиперкалиемия; | |

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какой сердечный ритм называется аритмией?
2. Что характерно для функциональных аритмий?
3. Что характерно для органических аритмий?
4. Основные причины аритмий у детей?
5. Основные ЭКГ-признаки синусовой тахикардии, основные причины у детей.
6. Основные ЭКГ-признаки синусовой брадикардии, основные причины у детей.
7. Основные ЭКГ-признаки синусовой аритмии.
8. Отличия синусовой дыхательной и недыхательной аритмии.
9. Что такое ригидный ритм? Его ЭКГ-признаки.
10. Чем характеризуются эктопические ритмы и сокращения?
11. Какие виды эктопических ритмов и сокращений выделяют в зависимости от места возникновения?
12. Основные ЭКГ-признаки предсердного ритма.
13. Основные ЭКГ-признаки атриовентрикулярного ритма.
14. Основные ЭКГ-признаки желудочкового ритма.
15. Основные ЭКГ-признаки миграции водителя ритма.
16. Основные ЭКГ-признаки и причины СССУ (синдрома слабости синусового узла).
17. Основные ЭКГ-признаки синоатриальной (синоаурикулярной) блокады.
18. Основные ЭКГ-признаки внутрипредсердной блокады.
19. Основные ЭКГ-признаки атриовентрикулярной блокады I степени.
20. Основные ЭКГ-признаки атриовентрикулярной блокады II степени.
21. Основные ЭКГ-признаки атриовентрикулярной блокады III степени (полной атриовентрикулярной блокады).
22. Основные ЭКГ-признаки АВ-диссоциации. Ее отличия от атриовентрикулярной блокады III степени.
23. Основные ЭКГ-признаки блокад ножек пучка Гиса.
24. Чем характеризуется синдром преждевременного возбуждения желудочков?
25. Основные ЭКГ-признаки синдрома WPW.
26. Основные ЭКГ-признаки синдрома укороченного интервала PQ.
27. Что такое экстрасистолия? Основные причины у детей.
28. Классификация экстрасистолии.
29. Дайте определения понятиям «Интервал сцепления», «Компенсаторная пауза».
30. Основные ЭКГ-признаки предсердной экстрасистолии.
31. Основные ЭКГ-признаки узловой экстрасистолии.
32. Основные ЭКГ-признаки желудочковой экстрасистолии.
33. Основные ЭКГ-признаки парасистолии.
34. Что такое пароксизмальная тахикардия? Основные причины у детей.
35. Виды и основные ЭКГ-признаки суправентрикулярных пароксизмальных тахикардий.
36. Основные ЭКГ-признаки желудочковой пароксизмальной тахикардии.
37. Мономорфные и полиморфные желудочковые пароксизмальные тахикардии. Веретенообразная желудочковая пароксизмальная тахикардия (Torsade de pointes).
38. Классификация и основные ЭКГ-признаки трепетания предсердий.
39. Основные ЭКГ-признаки мерцания предсердий.
40. Основные ЭКГ-признаки мерцания и трепетания желудочков.
41. Основные ЭКГ-признаки увеличения левого предсердия.
42. Основные ЭКГ-признаки увеличения правого предсердия.
43. Основные ЭКГ-признаки увеличения обоих предсердий.
44. Основные ЭКГ-признаки гипертрофии правого желудочка.

45. Основные ЭКГ-признаки гипертрофии левого желудочка.
46. Что такое электрическая альтернация?
47. Этиология и основные ЭКГ-признаки субэндокардиальной ишемии.
48. Этиология и основные ЭКГ-признаки субэпикардиальной ишемии.
49. Этиология и основные ЭКГ-признаки инфаркта миокарда у детей.
50. Понятие о каналопатиях. Виды каналопатий.
51. Определение, классификация синдрома удлиненного интервала QT.
52. Триггерные факторы и основные ЭКГ-признаки синдрома удлиненного интервала QT.
53. Определение, триггерные факторы и основные ЭКГ-признаки синдрома короткого интервала QT.
54. Определение, триггерные факторы и основные ЭКГ-признаки синдрома Бругада.
55. Определение, триггерные факторы и основные ЭКГ-признаки катехоламинергических желудочковых пароксизмальных тахикардий.
56. Основные ЭКГ-признаки нарушений электролитного обмена: гипо- и гиперкалиемии, гипо- и гиперкальциемии.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1

Определение ЧСС в 1 минуту в зависимости от длительности сердечного цикла (RR) и продолжительность электрической систолы (QT)
(по М.К.Осколковой и О.О.Куприяновой, 2001)

Длительность интервала RR (мс)	ЧСС в мин	QT (мс)	Длительность интервала RR (мс)	ЧСС в мин	QT (мс)	Длительность интервала RR (мс)	ЧСС в мин	QT (мс)	Длительность интервала RR (мс)	ЧСС в мин	QT (мс)	Длительность интервала RR (мс)	ЧСС в мин	QT (мс)
300	200	210	440	136	250	0,58	103	290	720	83	320	860	70	350
310	194	210	450	133	250	0,59	102	290	730	83	320	870	69	350
320	188	210	460	130	260	0,60	100	290	740	81	330	880	68	360
330	182	220	470	128	260	0,61	98	300	750	80	330	890	67	360
340	176	220	480	125	260	0,62	97	300	760	79	330	900	67	360
350	171	220	490	122	270	0,63	95	300	770	78	330	910	66	360
360	166	230	500	120	270	0,64	94	300	780	77	340	920	65	360
370	162	230	510	118	270	0,65	92	310	790	76	340	930	65	370
380	159	230	520	115	270	0,66	91	310	800	75	340	940	64	370
390	153	240	530	113	280	0,67	90	310	810	74	340	950	63	370
400	150	240	540	111	280	0,68	88	310	820	73	340	960	62	370
410	146	240	550	109	280	0,69	87	320	830	72	350	970	62	370
420	143	250	560	107	280	0,70	86	320	840	71	350	980	61	380
043	140	250	570	105	290	0,71	84	320	850	71	350	990	61	380

Таблица 2

Частота сердечных сокращений в зависимости от возраста
(по данным различных авторов)

Возраст	Средневозрастной показатель (уд./мин)	Допустимые колебания (уд./мин)	Возраст	Средневозрастной показатель (уд./мин)	Допустимые колебания (уд./мин)
Новорожд.	130	115-160	8 лет	90	75-100
6 мес.	130	115-150	9 лет	85	75-100
1 год	120	100-135	10 лет	85	70-100
2 года	115	100-125	11 лет	85	70-95
3 года	110	95-120	12 лет	80	70-95
4 года	105	95-115	13 лет	75	65-95
5 лет	100	90-115	14 лет	75	65-90
6 лет	100	90-115	15 лет	70-75	60-90
7 лет	90	80-105	> 15 лет	70-75	60-90

Таблица 3
Длительность зубца Р у детей различного возраста
(по данным различных авторов)

Возраст	Зубец Р (мс)	
	Средний	Допустимые колебания
0-1 год	50	30-60
1-3 года	50	45-70
3-6 лет	75	60-85
6-10 лет	85	70-90
10-15 лет	80	70-90
Старше 15 лет	80	70-100
Взрослые	-	80-100

Таблица 4
Продолжительность интервала PQ (PR) у детей различного возраста
(Протокол ЦСССА ФМБА России)

Возраст (лет)	Укорочение PR (мс)	Нормальный PR (мс)	Удлинение PR (мс)
0-1	<80	90-120	>140
1-2	<90	100-120	>140
3-4	<100	110-130	>150
5-7	<100	120-140	>160
8-11	<100	120-140	>160
12-15	<110	120-160	>180
16-18	<110	130-180	>200

Таблица 5
Продолжительность QRS комплекса у детей различного возраста
(Протокол ЦСССА ФМБА России)

Возраст	Средний (мс)	Референсные значения (мс)
0-6 месяцев	60	30-70
6-12 месяцев	60	40-75
1-2 года	70	55-80
3-4 года	75	50-90
5-7 лет	80	55-90
8-11 лет	80	55-90
12-15 лет	80	55-100
16-18 лет	80	55-100

Таблица 6
ЧСС (уд./мин) у детей 0-18 лет (Протокол ЦСССА ФМБА России)

Возраст	Выраженная брадикардия	Умеренная брадикардия	Норма	Умеренная тахикардия	Выраженная тахикардия
1-3 день	<110	111-119	120-140	141-159	>160
3-7 дней	<110	111-129	130-150	151-169	>170
1 неделя – 1 месяц	<115	116-139	140-160	161-179	>180
1-3 месяца	<120	119-139	140-170	171-184	>185
3-6 месяцев	<110	111-129	130-150	151-164	>165
6-12 месяцев	<100	101-119	120-140	141-169	>170
1-2 года	<85	86-109	110-140	141-174	>175
3-4 года	<75	76-89	90-110	111-134	>135
5-7 лет	<70	71-79	80-105	106-129	>130
8-11 лет	<65	66-74	75-95	96-114	>115
12-15 лет	<50	51-69	70-90	91-109	>110
16-18 лет	<50	51-64	65-80	81-109	>110
>18 лет	<45	46-59	60-80	81-109	>110

Таблица 7
Продолжительность электрической систолы (интервала QT)

Возраст	Интервал QT, мс
Новорожденный	240-270
Грудной возраст	220-290
Ранний возраст	240-300
Дошкольный возраст	270-340
Школьный возраст	280-390
Взрослые	320-400

Интервал QTс (мс) у детей 0-18 лет ($QTсВ = QT/\sqrt{RR}$) (Протокол ЦСССА ФМБА России)

Укорочение	Умеренное укорочение	Норма	Умеренное удлинение	Удлинение
<320	320-369	370-430	431-440	>440

Таблицы 8, 9, 10
Таблицы Р.Я. Письменного

Величина комплекса QRS I отведения, направленного преимущественно вверх (+), мм	Величина комплекса QRS III отведения, направленного преимущественно вверх (+), мм														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Отклонение электрической оси сердца в градусах														
1	+60	+70	+75	+78	+81	+82	+83	+84	+85	+85	+86	+86	+86	+86	+87
2	+50	+60	+67	+71	+74	+76	+78	+79	+80	+81	+82	+82	+83	+83	+84
3	+43	+54	+60	+65	+68	+71	+73	+75	+76	+77	+78	+79	+80	+81	+81
4	+41	+50	+56	+60	+64	+67	+69	+71	+73	+74	+75	+76	+77	+78	+78
5	+39	+46	+52	+57	+60	+63	+66	+68	+69	+71	+72	+73	+74	+75	+76
6	+37	+44	+49	+53	+57	+60	+63	+65	+67	+68	+70	+71	+72	+73	+74
7	+36	+42	+47	+51	+55	+57	+60	+62	+64	+66	+67	+69	+70	+71	+72
8	+35	+41	+45	+49	+53	+55	+58	+60	+62	+64	+66	+67	+68	+69	+70
9	+35	+40	+44	+47	+51	+53	+56	+58	+60	+62	+63	+65	+66	+67	+68
10	+34	+39	+43	+46	+49	+52	+55	+57	+59	+60	+62	+63	+65	+66	+67
11	+34	+38	+42	+45	+48	+50	+52	+55	+57	+59	+60	+62	+63	+64	+65
12	+34	+38	+41	+44	+47	+49	+52	+53	+55	+57	+59	+60	+62	+63	+64
13	+34	+38	+40	+43	+46	+48	+50	+52	+54	+56	+57	+59	+60	+61	+63
14	+33	+37	+40	+42	+45	+47	+49	+51	+53	+54	+56	+58	+59	+60	+61
15	+33	+36	+39	+41	+44	+46	+48	+50	+52	+53	+55	+56	+56	+59	+60

Величина комплекса QRS I отведения, направленного преимущественно вверх (+), мм	Величина комплекса QRS III отведения, направленного преимущественно вверх (-), мм														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Отклонение электрической оси сердца в градусах														
1	-30	-57	-70	-73	-78	-82	-83	-84	-85	-86	-86	-86	-86	-86	-87
2	+5	-30	-47	-60	-69	-70	-73	-77	-78	-79	-81	-82	-82	-83	-83
3	+10	-8	-30	-41	-51	-60	-63	-67	-70	-72	-74	-77	-77	-78	-79
4	+13	+8	-13	-30	-38	-47	-54	-60	-63	-66	-69	-71	-73	-74	-75
5	+20	+7	-5	-18	-30	-38	-45	-51	-56	-60	-62	-65	-67	-69	-71
6	+22	+11	+2	-10	-19	-30	-36	-43	-49	-53	-57	-62	-62	-68	-68
7	+23	+15	+5	-4	-13	-23	-30	-36	-42	-46	-51	-54	-57	-60	-62
8	+24	+16	+10	+1	-7	-16	-22	-30	-35	-40	-45	-49	-52	-55	-58
9	+24	+18	+11	+6	-3	-10	-17	-24	-30	-34	-39	-44	-47	-50	-53
10	+25	+19	+13	+7	+1	-7	-13	-19	-24	-30	-35	-39	-42	-45	-49
11	+25	+20	+15	+10	+4	-3	-9	-14	-20	-25	-30	-34	-38	-41	-44
12	+26	+21	+16	+11	+6	0	-5	-11	-16	-21	-25	-30	-34	-37	-41
13	+26	+22	+17	+12	+8	+3	-2	-7	-12	-17	-22	-26	-30	-33	-37
14	+27	+22	+18	+14	+10	+5	+1	-5	-9	-14	-18	-22	-26	-30	-33
15	+27	+23	+20	+15	+12	+7	+3	-3	-7	-11	-15	-19	-23	-26	-30

Величина комплекса QRS I отведения, направленного преимущественно вверх (-), мм	Величина комплекса QRS III отведения, направленного преимущественно вверх (+), мм														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Отклонение электрической оси сердца в градусах														
1	+150	+120	+110	+105	+102	+99	+98	+97	+96	+95	+95	+94	+94	+94	+93
2	+180	+150	+130	+120	+112	+109	+106	+102	+101	+100	+99	+99	+98	+97	+97
3	-170	+168	+150	+135	+127	+120	+116	+112	+109	+107	+105	+104	+102	+102	+101
4	-164	-179	+163	+150	+139	+131	+124	+120	+115	+113	+110	+109	+107	+106	+105
5	-161	-175	+173	+161	+150	+140	+134	+128	+124	+119	+117	+114	+112	+110	+109
6	-158	-170	+180	+168	+158	+150	+142	+136	+129	+125	+122	+120	+117	+115	+113
7	-158	-167	-175	+175	+166	+157	+150	+143	+138	+138	+129	+125	+122	+120	+117
8	-157	-164	-172	+180	+170	+164	+156	+150	+144	+139	+134	+131	+127	+124	+122
9	-156	-162	-169	-177	+176	+169	+161	+155	+150	+145	+140	+136	+132	+129	+126
10	-155	-161	-168	-174	+180	+173	+167	+160	+155	+150	+145	+141	+137	+134	+131
11	-155	-160	-165	-172	-177	+177	+171	+165	+160	+155	+150	+145	+143	+142	+135
12	-154	-160	-164	-169	-175	+180	+174	+169	+164	+159	+154	+150	+146	+142	+139
13	-154	-160	-163	-168	-173	-178	+177	+172	+167	+163	+158	+154	+150	+146	+143
14	-154	-158	-162	-167	-171	-175	+180	+175	+170	+168	+161	+157	+153	+150	+146
15	-154	-157	-161	-165	-169	-174	-178	+178	+173	+169	+164	+161	+157	+153	+150

В первой колонке слева представлена величина (алгебраическая сумма зубцов в мм) комплекса QRS I стандартного отведения, а в верхнем горизонтальном ряду – III стандартного отведения. Для определения угла α находят соответствующие величины комплексов QRS I и III отведений. Место пересечения столбцов показывает искомую величину угла α . Таблица 5 используется в том случае, если комплексы QRS I и III отведений положительные. Таблица 6 используется, если комплекс QRS I отведения положительный, а III отведения – отрицательный. Таблица 7 используется, если комплекс QRS I отведения отрицательный, а III отведения – положительный.

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ I

«ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ»

1. Электрокардиография – это метод графической регистрации электрических явлений (биопотенциалов), возникающих при деятельности миокарда.
2. Согласно мембранной теории появление электрических потенциалов связано с изменением заряда на поверхности мембраны клеток миокарда при возбуждении, вследствие перемещения ионов через мембрану.
3. Поляризация – это распределение ионов по обе стороны мембраны клеток миокарда в состоянии покоя, когда наружная поверхность заряжена положительно, а внутренняя – отрицательно. Разность потенциалов между ними называется трансмембранный потенциал покоя (ТМПП). Он имеет отрицательную величину.
4. При возбуждении клеток миокарда резко увеличивается проницаемость мембраны клеток для ионов, возникает перемещение последних, вследствие чего изменяется заряд на поверхности мембраны: наружная поверхность становится отрицательной, а внутренняя – положительной. Возбужденный участок деполяризуется и становится электроотрицательным по отношению к еще невозбужденному, что приводит к возникновению разности потенциалов (трансмембранный потенциал действия – ТМПД).
5. При выходе миокарда из состояния возбуждения происходит обратное движение ионов, приводящее к восстановлению положительного заряда на поверхности клеток. Этот процесс называется реполяризацией и так же сопровождается появлением разности потенциалов.
6. а) Функция автоматизма. б) Функция проводимости. в) Функция возбудимости и рефракторности мышечных волокон. г) Функция сократимости.
7. Заключается в способности сердца вырабатывать электрические импульсы при отсутствии внешних раздражений.
8. Синусовый, атриовентрикулярный узлы, пучок Гиса и волокна Пуркинье.
9. Клетки-пейсмейкеры (Р-клетки), генерирующие импульсы возбуждения, и проводниковые, проводящие эти импульсы.
10. В сино-атриальном (СА) узле, в атриовентрикулярном соединении, в проводящей системе миокарда предсердий и желудочков. Наибольшее количество – в СА-узле.
11. АВ-узел, прилегающие к нему клетки нижних отделов предсердий и начальной части пучка Гиса. Не обладает.
12. Клетки СА-узла. Это центр автоматизма 1-го порядка. СА-узел – центр автоматизма 1-го порядка. АВ-соединение, некоторые участки в предсердиях – центры автоматизма 2-го порядка.
13. Нижняя часть пучка Гиса, его ветви и волокна Пуркинье – центры автоматизма 3-го порядка.
14. СА-узел. Число импульсов возбуждения в нем в единицу времени больше, чем в других отделах проводящей системы. Это приводит к подавлению автоматизма нижележащих отделов проводящей системы.
15. К номотопным – СА-узел, к гетеротопным – центры автоматизма 2-го и 3-го порядка.
16. Это способность к проведению возбуждения от клеток-пейсмейкеров к сократительному миокарду.

17. Проводниковые клетки проводящей системы сердца и сократительный миокард, но в последнем скорость проведения значительно меньше.
18. Вначале возбуждается правое предсердие, затем присоединяется левое, в конце – только левое предсердие.
19. Это необходимо для правильной последовательности возбуждения предсердий и желудочков и, соответственно, их сокращения.
20. Вначале деполяризуется средняя и нижняя части межжелудочковой перегородки, затем большая часть правого и левого желудочков (последовательно, т.е. передняя, задняя и боковая стенки правого желудочка, а затем верхняя, задняя и боковая стенки левого желудочка). Последними возбуждаются базальные отделы левого и правого желудочков и межжелудочковой перегородки.
21. Волна деполяризации распространяется от эндокарда к эпикарду, волна реполяризации идет в обратном направлении – от эпикарда к эндокарду, но ориентация вектора оказывается такой же, как и при деполяризации (от эндокарда к эпикарду), поэтому регистрируется положительный зубец Т на электрокардиограмме (ЭКГ).
22. Возбудимость – способность клеток миокарда возбуждаться под влиянием импульсов. Функцией возбудимости обладают клетки проводящей системы сердца и сократительного миокарда.
23. Рефрактерность кардиомиоцитов – это неспособность мышечного волокна отвечать возбуждением на импульс возбуждения. Рефрактерность мышечных волокон меняется – при возникновении импульса клетки рефрактерны к новому дополнительному импульсу. Во время диастолы возбудимость миокардиального волокна восстанавливается, а рефрактерность отсутствует.
24. Сократимость – способность сердечной мышцы сокращаться в ответ на возбуждение. Этой функцией обладает сократительный миокард (кардиомиоциты).
25. Свойства диполя возникают в мышечных волокнах миокарда при распространении волны деполяризации и реполяризации вследствие перемещения зарядов, расположенных на границе возбужденного (-) и невозбужденного (+) участков волокна, что создает электродвижущую силу (ЭДС). Сумма ЭДС отдельных мышечных волокон представляет ЭДС целого сердца – сердечного диполя. Регистрируется в виде зубцов ЭКГ.
26. Положительный (+) всегда обращен в сторону невозбужденного участка сердечной мышцы, а отрицательный (-) – в сторону возбужденного.
27. Суммарная ЭДС сердца для данного момента возбуждения, т.е. алгебраическая сумма всех составляющих ее векторов.
28. Это алгебраическая сумма всех моментных векторов. Результирующий вектор регистрируется в виде зубцов ЭКГ.
29. Условно принято считать, что вектор диполя направлен от его отрицательного полюса (-) к положительному (+).
30. Сердечный диполь, как и любой другой источник ЭДС, создает в проводящей среде, окружающей сердце, силовые линии, так называемое «электрическое поле». Электрод, установленный над поверхностью сердца или даже вне ее, регистрирует не локальную ЭДС этого участка, а ЭДС всего сердца (ЭКГ).
31. Благодаря существованию электрического поля вокруг сердца при его возбуждении и вследствие хорошей электропроводимости прилегающих к сердцу органов и тканей.
32. Это графическая запись изменения разности потенциалов между двумя точками в электрическом поле сердца во время его возбуждения.
33. К гальванометру электрокардиографа. Один из электродов присоединяют к положительному полюсу – это положительный (активный) электрод; другой электрод присоединяют к отрицательному полюсу – это отрицательный электрод.

34. Это различные позиции двух электродов, регистрирующих разность потенциалов между двумя определенными точками электрического поля сердца, расположенных на разных участках тела.
35. 12 отведений, из них 6 от конечностей (3 стандартных двухполюсных и 3 усиленных однополюсных) и 6 однополюсных грудных.
36. Так как биопотенциалы отдельных мышечных волокон и суммарная ЭДС сердца претерпевают непрерывные изменения, имеют различную величину и направленность, необходимо регистрировать ЭКГ в разных отведениях, которые также расположены в разных плоскостях. Это позволяет более точно оценить и локализовать имеющиеся патологические изменения в сердце.
37. Гипотетическая линия, соединяющая 2 электрода, участвующие в образовании отведения.
38. Отведения от конечностей, в которых один электрод подключен к положительному полюсу («+», активный электрод), а другой - к отрицательному («-», неактивный электрод). Предложены Эйнтховеном.
39. Стандартные двухполюсные отведения обозначают римскими цифрами I, II, III. В I отведении регистрируют разность потенциалов между правой и левой руками. Во II отведении – между правой рукой и левой ногой. В III отведении – между левой рукой и левой ногой.
40. При соединении трех точек, на которые накладываются электроды, получается равнобедренный треугольник (треугольник Эйнтховена), в центре которого расположено сердце, а стороны являются осями стандартных отведений.
41. Отведения с использованием «нулевого» неактивного электрода. При их регистрации один электрод положительный (активный электрод), а другие объединены вместе, их потенциал направляется к «0» (неактивный электрод). Обозначают заглавной буквой «V» (напряжение). К ним относятся однополюсные отведения от конечностей и грудные.
42. При технике регистрации ЭКГ от конечностей по Гольдбергеру, когда в качестве неактивного используются два объединенных электрода, а не три, как для обычных однополюсных отведений. Амплитуда зубцов ЭКГ в 1,5 раза больше, поэтому эти отведения называются усиленными.
43. Обозначают символами aVF, aVR, aVL. aVR – активный электрод, расположенный на правой руке; aVL – расположен на левой руке; aVF – расположен на левой ноге.
44. Это линии, соединяющие место наложения активного электрода данного отведения (т.е. фактически одну из вершин треугольника Эйнтховена) с серединой расстояния между двумя другими электродами на конечностях.
45. Для стандартных отведений следует опустить перпендикуляр из центра сердца на оси отведений. В сторону положительного электрода обращена положительная часть, а в сторону отрицательного электрода – отрицательная часть этих осей. Для однополюсных отведений – электрический центр сердца делит оси этих отведений на положительную часть, обращенную к активному электроду, и отрицательную.
46. Проекцию вектора на оси отведений получают, проводя перпендикуляр из концевой части вектора на ось соответствующего отведения. Если проекция приходится на положительную половину оси отведения, а вектор направлен в сторону активного электрода, то на ЭКГ регистрируются положительные зубцы (P, R, T); если на отрицательную половину оси отведения, а вектор направлен в сторону отрицательного или нулевого электрода, то на ЭКГ регистрируются отрицательные зубцы (Q, S или иногда P,T).
47. Во фронтальной, т.е. в плоскости, в которой расположен треугольник Эйнтховена.
48. При совмещении осей 3-х стандартных и 3-х усиленных отведений от конечностей, проведенных через электрический центр сердца, получается 6-осевая система координат.

49. Для определения величины и направления суммарного вектора сердца во фронтальной плоскости (определение положения электрической оси сердца).
50. Отведения, которые регистрируют разность потенциалов между активным положительным электродом, устанавливаемым в определенных точках на поверхности грудной клетки, и неактивным (нулевым) объединенным электродом от 3-х конечностей. Предложены Вильсоном.
51. Обозначают заглавной буквой «V» (потенциал, напряжение) с добавлением номера отведения. Регистрируют 6 отведений.
52. V_1 – IV м/р по правому краю грудины.
 V_2 – IV м/р по левому краю грудины.
 V_3 – IV ребро по левой парастеральной линии.
 V_4 – V м/р по срединноключичной линии.
 V_5 – на том же уровне по левой переднеподмышечной линии.
 V_6 – на том же уровне по левой среднеподмышечной линии.
53. V_1 - V_3 – правые грудные отведения.
 V_4 - V_6 – левые грудные отведения.
54. В горизонтальной и частично в сагиттальной.
55. Оси грудных отведений соединяют место наложения активного электрода на грудной клетке с электрическим центром сердца на поперечном разрезе грудной клетки. Взаимноперпендикулярны V_1 и V_5 ; V_2 и V_6 .

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцов И.М., Мазурин А.В. Пропедевтика детских болезней. – С-Пб, 2010;
2. Детская кардиология. Под ред. Шумилова П.В., Котлуковой Н.П. – М, 2018;
3. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии. – М, 2013;
4. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография. – М, 2019;
5. Гутхайль Х., Линдингер А. ЭКГ у детей и подростков. – М., 2013;
6. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. – М, 2017;
7. Осколкова М.И., Куприянова О.О. Электрокардиография у детей. – М, 2001;
8. Середа Ю.В. Электрокардиография в педиатрии. Учебное пособие. – С-Пб, 2004;
9. Кушаковский М.С., Журавлёва Н.Б. Аритмии и блокады сердца. Атлас электрокардиограмм. – С-Пб, 2012.