

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Красноярский государственный медицинский
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Институт последипломного образования

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики
ИПО

**ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ У ДЕТЕЙ И
ПОДРОСТКОВ**
РЕФЕРАТ

Выполнил студент

В.В. Ооржак
инициалы, фамилия

Красноярск, 2023

Анализ ЭКГ необходимо проводить после физикального осмотра, ознакомления с клинической картиной заболевания и анамнезом ребенка по определенной схеме:

1. Прежде всего выясняют источник ритма - синусовый ритм (нормотропный) или из нижележащих очагов автоматизма (гетеротропный); правильный или неправильный.
2. Определяют частоту сердечных сокращений (ЧСС) по интервалу R-R.
3. Определяют электрическую ось (ЭОС) и электрическую позицию сердца.
4. Определяют длительность интервалов P-Q, QRS, Q-T.
5. Дают оценку отдельным зубцам и интервалам в различных отведениях: зубцу Р (форма, продолжительность и вольтаж), комплексу QRS (форма, продолжительность и вольтаж), интервалу S-T (форма, положение по отношению к изоэлектрической линии), зубцу Т (форма, вольтаж).

На основании анализа и синтеза отдельных элементов ЭКГ дают электрокардиографическое заключение, которое должно отражать электрофизиологические процессы и не может содержать в себе ни анатомических, ни клинических терминов. В заключении используют следующие термины:

1. Преобладание электрической активности правого (левого) предсердия.
2. Нарушение возбуждения в предсердиях.
3. Преобладание электрической активности правого (левого) желудочка.
4. Нарушение возбуждения в желудочках.
5. Нарушение фазы восстановления в миокардия желудочков.
6. Влияние наперстянки.
7. Ток повреждения (ишемия миокарда, инфаркт миокарда).
8. Низковольтная электрокардиограмма.

Окончательное заключение, клинический вывод из ЭКГ может сделать только врач, знающий возрастные особенности ЭКГ детей,

наблюдающий больного ребенка, хорошо изучивший его анамнез и клиническую картину заболевания. Необходимо помнить, что ЭКГ отражает лишь электрическую активность, а не анатомическое состояние миокарда.

ЭКГ у здоровых детей имеет возрастные особенности. Первые 2 дня жизни новорожденных характеризуются большими индивидуальными колебаниями всех показателей ЭКГ. Ритм сердца имеет синусовое происхождение и характеризуется лабильностью и относительной брадикардией (120 в мин). ЭОС отклонена вправо, угол наклона колеблется от 80 до 120 градусов. Зубец Р невысок, иногда изоэлектричен.

Вольтаж желудочкового комплекса QRS относительно небольшой, что свидетельствует о сниженной электрической активности миокарда.

Относительная брадикардия, снижение вольтажа ЭКГ могут быть обусловлены угнетением активности симпато-адреналовой системы и раздражением под влиянием родового стресса подкорковых ядер блуждающего нерва.

Длительность интервала P-Q (0,1 сек) и ширина QRS (0,048 сек) относительно небольшие. Сегмент ST находится на изоэлектрической линии. Длительность электрической систолы сравнительно небольшая (0,27 сек) и в среднем составляет около 56% от длительности сердечного цикла.

На 4-5 день жизни новорожденного ЧСС, амплитуда зубцов Р и R, комплекса QRS не изменяются. Амплитуда зубца Т в первом, во втором и aVL отведениях несколько увеличивается.

На 7-9 день ЧСС увеличивается (до 136 в мин) так же, как и амплитуда и ширина комплекса QRS (0,05 сек); несколько выше становится амплитуда зубцов Р и R в первом, во втором, aVL и V6 отведениях. Сохраняется отклонение ЭОС вправо (угол наклона

-около 122 градусов); уменьшается длительность электрической систолы (0,255 сек); амплитуда зубца Т несколько увеличивается (в стандартных отведениях).

На 10-15 день жизни новорожденных еще больше увеличивается ЧСС (146 в мин); амплитуда комплекса QRS и зубцов Р, R и Т в первом, во втором, aVL, V5, V6 отведениях возрастает. Увеличивается длительность интервала P-Q (0,102 сек) и менее заметно - ширина комплекса QRS (0,056 сек). Уменьшается длительность электрической систолы (0,244 сек).

На 16-30 день жизни значительно уменьшается диапазон индивидуальных колебаний показателей ЭКГ по сравнению с предыдущими днями (ЧСС - 140 в мин).

Эти особенности сердечной деятельности, по-видимому, отражают уже определенную сформированность и большую устойчивость механизмов

адаптации. Увеличивается продолжительность электрической систолы (0,258 сек). Амплитуда зубца R в третьем, VI, V2 отведениях и зубца S в первом и V5 отведениях уменьшается, что отражает уменьшение функционально-морфологического преобладания правого желудочка.

Длительность интервала P-Q составляет 0,08-0,14 сек. Продолжительность комплекса QRS в среднем равна 0,05 сек. Зубец P в стандартных отведениях высокий, часто заострен. В правых грудных отведениях встречается отрицательный зубец P. Зубец Q в третьем отведении часто глубокий.

У детей грудного возраста (с 1 месяца до 1 года) показатели ЭКГ отличаются значительной вариабельностью. ЧСС колеблется в пределах 100-160 в мин. Интервал P-Q колеблется в пределах 0,08-0,16 сек. Ширина комплекса QRS в пределах 0,04-0,07 сек. И зависит от ЧСС. Длительность интервала Q-T в пределах 0,22-0,29 сек.

Отрицательный зубец T регистрируется в отведениях V1-V4, в левых грудных отведениях зубец T положителен у всех детей.

У детей раннего возраста (от 1 до 3 лет) ЧСС составляет 110-120 в мин. Продолжительность интервала P-Q составляет 0,1-0,15 сек. Продолжительность комплекса QRS равна 0,04-0,07 сек. Продолжительность электрической систолы Q-T равна 0,24-0,3 сек. В правых грудных отведениях и в aVR, так же как и у новорожденных, наблюдается высокий зубец R, а в левых - глубокий зубец S. В третьем стандартном отведении и отведении VI комплекс QRS может быть зазубрен.

У детей дошкольного возраста (от 3 до 6 лет) ЧСС составляет 95-100 в мин.

Длительность интервала P-Q равна 0,11-0,16 сек. Продолжительность комплекса QRS - 0,05-0,08 сек. Продолжительность электрической систолы 0,27-0,34 сек.

У детей школьного возраста (от 7 до 15 лет) показатели ЭКГ приближаются к показателям ЭКГ взрослых, но имеют ряд характерных особенностей. К ним относятся заметная лабильность пульса (от 70 до 90 в мин), выраженная синусовая аритмия, более короткий, чем у взрослых, интервал P-Q (0,14-0,18 сек.) и комплекс QRS (0,06-0,08 сек.). Продолжительность электрической систолы 0,28-0,39 сек. (зависит от ЧСС).

Возрастная динамика взаимоотношения амплитуды зубцов R и S: в

стандартных отведениях с возрастом ребенка амплитуда зубца R увеличивается в первом отведении и уменьшается в третьем; амплитуда зубца S, наоборот, уменьшается в первом и увеличивается в третьем отведениях, что обусловлено изменением направления ЭОС. Амплитуда зубца R в отведениях VI и V2 с возрастом уменьшается, амплитуда зубца S увеличивается. В отведениях V4-V6 амплитуда зубца R несколько увеличивается, что связано с изменениями соотношения масс левого и правого желудочков и поворотами сердца в грудной клетке.

Векторкардиография (ВКГ) метод, с помощью которого регистрируется динамика моментного вектора электродвижущей силы сердца в течение сердечного цикла, складывающаяся в результирующий вектор, имеющий вид характерной петли. Любая система отведений предусматривает регистрацию ВКГ не менее чем в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: фронтальной, горизонтально и сагитальной. В любой плоскости ВКГ состоит из 3 петель: петли QRS, петли T и петли R, отражающих те же электрические процессы в миокарде, что и соответствующие зубцы и комплексы обычной ЭКГ.

При анализе ВКГ обращается внимание на направление записи каждой петли, на расхождение максимальных векторов петли QRS и петли T, измеряется площадь петель. Векторкардиография предоставляет дополнительные данные для диагностики гипертрофии отделов сердца, нарушения внутрижелудочковой проводимости, для уточнения локализации и размеров очаговых изменений миокарда.

Кардиоинтервалография (КИТ)

- метод, основанный на математическом анализе сердечного ритма, извлечении из ЭКГ информации об изменении в системе управления синусовым узлом, а именно - на количественном изучении динамических рядов кардиоинтервалов с целью выделения, описания и определения физиологической зависимости детерминированных (неслучайных) и случайных компонентов, которые характеризуют установившиеся и переходные процессы функционирования и управления в системе кровообращения.

Применяется КИТ для исследований регуляторных отделов (симпатической и парасимпатической) вегетативной нервной системы, уровней регуляции (сегментарного и надсегментарного) и общей оценки функционального состояния и возможностей к адаптации организма в условиях стресса.

Векторкардиография (ВКГ)

- метод, с помощью которого регистрируется динамика моментного вектора электродвижущей силы сердца в течение сердечного цикла, складывающаяся в результирующий вектор, имеющий вид характерной петли. Любая система отведений предусматривает регистрацию ВКГ не менее чем в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: фронтальной, горизонтально и сагитальной. В любой плоскости ВКГ состоит из 3 петель: петли QRS, петли Т и петли R, отражающих те же электрические процессы в миокарде, что и соответствующие зубцы и комплексы обычной ЭКГ.

Стандартная электрокардиография в педиатрической практике

Электрокардиография (ЭКГ) остается одним из самых распространенных методов обследования сердечно-сосудистой системы и продолжает развиваться и совершенствоваться. На основе стандартной электрокардиограммы предложены и широко используются различные модификации ЭКГ: холтеровское мониторирование, ЭКГ высокого разрешения, пробы с дозированной физической нагрузкой, лекарственные пробы

Отведения в электрокардиографии

Понятие «отведение электрокардиограммы» означает регистрацию ЭКГ при наложении электродов на определенные участки тела, обладающие разными потенциалами. В практической работе в большинстве случаев ограничиваются регистрацией 12 отведений: 6 от конечностей (3 стандартных и 3 «однополюсных усиленных») и 6 грудных - однополюсных.

Классическим методом отведений, предложенным Эйнтховеном, является регистрация стандартных отведений от конечностей, обозначаемых римскими цифрами I, II, III. Понятие «отведение электрокардиограммы» означает регистрацию ЭКГ при наложении электродов на определенные участки тела, обладающие разными потенциалами.

В практической работе в большинстве случаев ограничиваются регистрацией 12 отведений: 6 от конечностей (3 стандартных и 3 «однополюсных усиленных») и 6 грудных - однополюсных. Классическим методом отведений, предложенным Эйнтховеном, является регистрация стандартных отведений от конечностей, обозначаемых римскими цифрами I, II, III

Усиленные отведения от конечностей были предложены Гольдбергом в 1942 г. Они регистрируют разность потенциалов между одной из конечностей, на которой установлен активный положительный электрод данного отведения (правая рука, левая рука или левая нога), и средним потенциалом двух других конечностей. Данные отведения обозначаются следующим образом: aVR, aVL, aVF. Обозначения усиленных отведений от конечностей происходят от первых букв английских слов: a - augmented (усиленный), V - voltage (потенциал), R - right (правый), L - left (левый), F - foot (нога).

Однополюсные грудные отведения обозначают латинской буквой V (потенциал, напряжение) с добавлением номера позиции активного положительного электрода, обозначенного арабскими цифрами:

отведение V1 - активный электрод, расположенный в четвертом межреберье по правому краю грудины;

V2 - в четвертом межреберье по левому краю грудины; V3 - между V2 и V4;

V4 - в пятом межреберье по левой срединно-ключичной линии; V5 - в пятом межреберье по передней подмышечной линии;

V6 - в пятом межреберье по средней подмышечной линии.

С помощью грудных отведений можно судить о состоянии (величине) камер сердца. Если обычная программа регистрации 12 общепринятых отведений не позволяет достаточно надежно диагностировать ту или иную электрокардиографическую патологию либо требуется уточнение некоторых количественных параметров, используют дополнительные отведения. Это могут быть отведения

V7 - V9, правые грудные отведения - V3R-V6R.

Техника регистрации электрокардиограммы

ЭКГ регистрируют в специальном помещении, удаленном от возможных источников электрических помех. Исследование проводится после 15-минутного отдыха натошак или не ранее чем через 2 ч после приема пищи. Пациент должен быть раздет до пояса, голени следует освободить от одежды. Необходимо использовать электродную пасту для обеспечения хорошего контакта кожи с электродами. Плохой контакт или появление мышечной дрожи в прохладном помещении может исказить электрокардиограмму.

Исследование, как правило, проводится в горизонтальном положении, хотя в настоящее время стали также осуществлять обследование в вертикальном положении, так как при этом изменение вегетативного обеспечения приводит к изменению некоторых электрокардиографических параметров.

Необходимо регистрировать не менее 6-10 сердечных циклов, а при наличии аритмии значительно больше - на длинную ленту.

Нормальная электрокардиограмма

На нормальной ЭКГ различают 6 зубцов, обозначаемых буквами латинского алфавита: P, Q, R, S, T, U. Кривая электрокардиограммы (рис. 1) отражает следующие процессы: систолу предсердий (зубец P),

артиовентрикулярное проведение (интервал P-R или, как его раньше обозначали - интервал P-Q), систолу желудочков (комплекс QRST) и диастолу - интервал от конца зубца Т до начала зубца Р.

Все зубцы и интервалы характеризуются морфологически: зубцы - высотой (амплитудой), а интервалы - временной продолжительностью, выражаемой в миллисекундах. Все интервалы - частотозависимые величины.

Соотношение между частотой сердечных сокращений и продолжительностью того или другого интервала приводится в соответствующих таблицах. Все элементы стандартной электрокардиограммы имеют клиническую интерпретацию.

Анализ электрокардиограммы

Анализ любой ЭКГ следует начать с проверки правильности техники ее регистрации: исключить наличие разнообразных помех, искажающих кривую ЭКГ (мышечный тремор, плохой контакт электродов с кожей), необходимо проверить амплитуду контрольного милливольта (она должна соответствовать 10 мм).

Расстояние между вертикальными линиями равно 1 мм, что при движении ленты со скоростью 50 мм/с соответствует 0,02 с, а при скорости 25 мм/с - 0,04 с. В педиатрической практике предпочтительна скорость 50 мм/с, поскольку на фоне физиологической возрастной тахикардии возможны ошибки при подсчете интервалов при скорости движения ленты 25 мм/с.

Кроме того, целесообразно проводить съемку ЭКГ со сменой положения пациента: в клино- и ортоположении, так как при этом изменение характера вегетативного обеспечения может способствовать изменению некоторых параметров электрокардиограммы - изменение характеристики водителя ритма, изменение характера нарушения ритма, изменение частоты сердечных сокращений, изменение характеристик проводимости

Общая схема анализа ЭКГ включает несколько составляющих.

Анализ сердечного ритма и проводимости: - определение источника возбуждения; - подсчет числа сердечных сокращений; - оценка регулярности сердечных сокращений; - оценка функции проводимости.

Определение поворотов сердца вокруг переднезадней, продольной поперечной осей: - положения электрической оси сердца во фронтальной плоскости (повороты вокруг переднезадней оси, сагиттальной); - поворотов

сердца вокруг продольной оси; - поворотов сердца вокруг поперечной оси.

Анализ предсердного зубца Р.

Анализ желудочкового комплекса QRST: - анализ комплекса QRS; - анализ сегмента RS-T; - анализ зубца Т; - анализ интервала Q-T.

Электрокардиографическое заключение.

Анализ сердечного ритма и проводимости

Определение источника возбуждения производится по определению полярности зубца Р и по его положению относительно комплекса QRS. Синусовый ритм характеризуется наличием во II стандартном отведении положительных зубцов Р, предшествующих каждому комплексу QRS. При отсутствии этих признаков диагностируется несинусовый ритм: предсердный, ритм из АВ-соединения, желудочковые ритмы (идиовентрикулярные), мерцательная аритмия.

Подсчет числа сердечных сокращений проводится с помощью различных методов. Самый современный и простой метод - подсчет с помощью специальной линейки. При отсутствии таковой можно воспользоваться следующей формулой:

$$\text{ЧСС} = 60 \text{ R-R},$$

где 60 - число секунд в минуте, R-R - длительность интервала, выраженная в секундах. При неправильном ритме можно ограничиться определением минимальной и максимальной ЧСС, указав этот разброс в «Заключении».

Регулярность сердечных сокращений оценивается при сравнении продолжительности интервалов R-R между последовательно зарегистрированными сердечными циклами. Интервал R-R обычно измеряется между вершинами зубцов R (или S). Разброс полученных величин не должен превышать 10% от средней продолжительности интервала R-R. Показано, что синусовая аритмия той или иной степени выраженности наблюдается у 94% детей. Условно выделены V степеней выраженности синусовой аритмии:

I степень - синусовая аритмия отсутствует или колебания частоты сердечных сокращений в пересчете на 1 мин не превышают 5 сокращений;

II степень - слабо выраженная синусовая аритмия, колебания ритма в пределах 6-10 сокращений в 1 мин;

III степень - умеренно выраженная синусовая аритмия, колебания ритма в пределах 11-20 сокращений в 1 мин;

IV степень - выраженная синусовая аритмия, колебания ритма в пределах 21-29 сокращений в 1 мин;

V степень - резко выраженная синусовая аритмия, колебания ритма в пределах 30 и более сокращений в 1 мин. Синусовая аритмия - явление, присущее здоровым детям всех возрастов.

Кроме физиологически наблюдаемой синусовой аритмии, неправильный (нерегулярный) ритм сердца может наблюдаться при различных вариантах аритмий: экстрасистолии, мерцательной аритмии и других.

Оценка функции проводимости требует измерения продолжительности зубца Р, которая характеризует скорость проведения электрического импульса по предсердиям, продолжительности интервала Р-Q (Р-R) (скорость проведения по предсердиям, АВ-узлу и системе Гиса) и общую длительность желудочкового комплекса QRS (проведение возбуждения по желудочкам). Увеличение длительности интервалов и зубцов указывает на замедление проведения в соответствующем отделе проводящей системы сердца.

Интервал Р-Q (Р-R) соответствует времени прохождения импульса из синусового узла к желудочкам и колеблется в зависимости от возраста, пола и частоты сердечных сокращений. Он измеряется от начала зубца Р до начала зубца Q, а при отсутствии зубца Q - до начала зубца R. Нормальные колебания интервала Р-R находятся между 0,11-0,18 с. У новорожденных интервал Р-R равен 0,08 с, у грудных - 0,08- 0,16 с, у более старших - 0,10-0,18 с. Замедление атриовентрикулярной проводимости может быть обусловлено вагусным влиянием.

Интервал Р-R может быть укороченным (менее 0,10 с) в результате ускоренного проведения импульса, нарушений иннервации, из-за наличия дополнительного пути быстрого проведения между предсердиями и желудочками. На рисунке 3 представлен один из вариантов укорочения интервала Р-R.

Феномен Вольфа-Паркинсона-Уайта, включает: укорочение интервала Р-R менее 0,10 с, появление дельта-волны на восходящем колене комплекса QRS, отклонение электрической оси сердца влево. Кроме того, могут наблюдаться вторичные

ST-T-изменения. Клиническое значение представленного феномена заключается в возможности формирования наджелудочковой пароксизмальной тахикардии по механизму re-entry (повторного входа

импульса), так как дополнительные проводящие пути обладают укороченным рефрактерным периодом и восстанавливаются для проведения импульса быстрее, чем основной путь. Определение положения электрической оси сердца

Повороты сердца вокруг переднезадней оси. Принято различать три условные оси сердца, как органа, находящегося в трехмерном пространстве (в грудной клетке). Сагиттальная ось - переднезадняя, перпендикулярная фронтальной плоскости, проходит спереди назад через центр массы сердца. Поворот против часовой стрелки по этой оси приводит сердце в горизонтальное положение (смещение электрической оси комплекса QRS влево). Поворот по часовой стрелке - в вертикальное положение (смещение электрической оси QRS вправо).

Продольная ось анатомически проходит от верхушки сердца к правому венозному отверстию. При повороте по часовой стрелке по этой оси (с обзором со стороны верхушки сердца) большую часть передней поверхности сердца занимает правый желудочек, при повороте против часовой стрелки - левый.

Поперечная ось проходит через середину основания желудочков перпендикулярно продольной оси. При повороте вокруг этой оси наблюдается смещение сердца верхушкой вперед или верхушкой назад.

Основное направление электродвижущей силы сердца представляет собой электрическую ось сердца (ЭОС). Повороты сердца вокруг условной переднезадней (сагиттальной) оси сопровождаются отклонением ЭОС и существенным изменением конфигурации комплекса QRS в стандартных и усиленных однополюсных отведениях от конечностей.

Повороты сердца вокруг поперечной или продольной осей относятся к так называемым позиционным изменениям.

Определение ЭОС проводится по таблицам. Для этого сопоставляют алгебраическую сумму зубцов R и S в I и III стандартных отведениях.

Различают следующие варианты положения электрической оси сердца: нормальное положение, когда угол альфа составляет от $+30^{\circ}$ до $+69^{\circ}$; вертикальное положение - угол альфа от $+70^{\circ}$ до $+90^{\circ}$; горизонтальное положение - угол альфа от 0° до $+29^{\circ}$;

отклонение оси вправо - угол альфа от $+91^{\circ}$ до $+180^{\circ}$; отклонение оси влево - угол альфа от 0° до -90° .

Характер расположения сердца в грудной клетке, а соответственно, и основное направление его электрической оси во многом определяются особенностями телосложения. У детей, отличающихся астеническим телосложением, имеет место вертикальное расположение сердца. У детей гиперстенической конституции, а также при высоком стоянии диафрагмы (метеоризм, асцит) - горизонтальное, с отклонением верхушки влево. Более значительные повороты ЭОС вокруг переднезадней оси как вправо (более $+90^\circ$), так и влево (менее 0°), как правило, обусловлены патологическими изменениями в сердечной мышце.

Классическим примером отклонения электрической оси вправо может явиться ситуация при дефекте межжелудочковой перегородки или при тетраде Фалло. Примером гемодинамических изменений, приводящих к отклонению электрической оси сердца влево, является недостаточность аортального клапана.

Более простой способ ориентировочного определения направления ЭОС - найти отведение от конечностей, в котором самый высокий зубец R (без зубца S или с минимальным зубцом S). Если максимальный зубец R в I отведении - горизонтальное положение ЭОС, если во II отведении - нормальное положение, если в aVF - вертикальное. Регистрация максимального зубца R в отведении aVL свидетельствует об отклонении ЭОС влево, в III отведении - об отклонении ЭОС вправо, если же максимальный зубец R в отведении aVR - положение ЭОС определить невозможно.

Анализ предсердного зубца Р

Анализ зубца Р включает: изменение амплитуды зубца Р; измерение длительности зубца Р; определение полярности зубца Р; определение формы зубца Р.

Амплитуда зубца Р измеряется от изолинии до вершины зубца, а его длительность - от начала до окончания зубца. В норме амплитуда зубца Р не превышает 2,5 мм, а его длительность - 0,10 с.

Поскольку синусовый узел расположен в верхней части правого предсердия между устьями верхней и нижней полых вен, то восходящая часть синусового узла отражает состояние возбуждения правого предсердия, а нисходящая - состояние возбуждения левого предсердия, при этом показано, что возбуждение правого предсердия происходит раньше левого на 0,02-0,03

с.

Нормальный зубец Р по форме закругленный, пологий, с симметричным подъемом и спуском (см. рис. 1). Прекращение возбуждения предсердий (реполяризации предсердий) не находит отражения на электрокардиограмме, так как сливается с комплексом QRS. При синусовом ритме направление зубца Р положительное.

У нормостеников зубец Р положителен во всех отведениях, кроме отведения aVR, где все зубцы электрокардиограммы отрицательные. Наибольшая величина зубца Р - во II стандартном отведении. У лиц астенического телосложения величина зубца Р увеличивается в III стандартном и aVF-отведениях, при этом в отведении aVL зубец Р может даже стать отрицательным.

При более горизонтальном положении сердца в грудной клетке, например у гиперстеников, зубец Р увеличивается в отведениях I и aVL и уменьшается в отведениях III и aVF, а в III стандартном отведении зубец Р может стать отрицательным.

Таким образом, у здорового человека зубец Р в отведениях I, II, aVF всегда положительный, в отведениях III, aVL - может быть положительным, двухфазным или (редко) отрицательным, а в отведении aVR - всегда отрицательный.

Анализ желудочкового комплекса QRST

Комплекс QRST соответствует электрической систоле желудочков и рассчитывается от начала зубца Q до конца зубца T.

Составляющие электрической систолы желудочков: собственно комплекс QRS, сегмент ST, зубец T.

Ширина начального желудочкового комплекса QRS характеризует продолжительность проведения возбуждения по миокарду желудочков. У детей продолжительность комплекса QRS колеблется от 0,04 до 0,09 с, у детей грудного возраста - не шире 0,07 с.

Зубец Q - это отрицательный зубец перед первым положительным в комплексе QRS. Положительным зубец Q может быть только в одной ситуации: врожденной декстракардии, когда он в I стандартном отведении обращен кверху. Зубец Q обусловлен распространением возбуждения из АВ-соединения на межжелудочковую перегородку и сосочковые мышцы.

Этот наиболее непостоянный зубец ЭКГ может отсутствовать во всех стандартных отведениях. Зубец Q должен отвечать следующим требованиям: в отведениях I, aVL, V5, V6, не превышать 4 мм по глубине, или 1/4 своего R, а также не превышать 0,03 с по продолжительности.

Если зубец Q не отвечает этим требованиям, необходимо исключить состояния, обусловленные дефицитом коронарного кровотока. В частности, у детей нередко в качестве врожденной патологии коронарных сосудов выступает аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочной артерии (АОЛКА от ЛА или синдром Блантда-Уайта-Гарланда). При этой патологии «коронарный» зубец Q чаще всего стойко выявляется в отведении aVL.

На представленной электрокардиограмме выявляется отклонение электрической оси сердца влево. В отведении aVL зубец Q составляет 9 мм, при высоте своего R = 15 мм, продолжительность зубца Q - 0,04 с. При этом в I стандартном отведении продолжительность зубца Q составляет также 0,04 с, в этом же отведении - выраженные изменения конечной части желудочкового комплекса в виде депрессии интервала S-T. Предполагаемый диагноз - аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочной артерии - был подтвержден эхокардиографически, а затем при коронарографии.

В то же время у детей грудного возраста глубокий зубец Q может быть в отведении III, aVF, а в отведении aVR весь желудочковый комплекс может иметь вид QS.

Зубец R состоит из восходящего и нисходящего колен, всегда направлен кверху (кроме случаев врожденной декстракардии), отражает биопотенциалы свободных стенок левого и правого желудочков и верхушки сердца. Большое диагностическое значение имеют соотношение зубцов R и S и изменение зубца R в грудных отведениях. У здоровых детей в отдельных случаях отмечается разная величина зубца R в одном и том же отведении - электрическая альтернация.

Зубец S, так же как и зубец Q, - непостоянный отрицательный зубец ЭКГ. Он отражает несколько поздний охват возбуждением отдаленных, базальных участков миокарда, наджелудочковых гребешков, артериального конуса, субэпикардальных слоев миокарда.

Зубец T отражает процесс быстрой реполяризации миокарда

желудочков, т. е. процесс восстановления миокарда или прекращения возбуждения миокарда желудочков.

Состояние зубца Т, наряду с характеристиками сегмента RS-T, - маркер обменных процессов в миокарде желудочков. У здорового ребенка зубец Т - положительный во всех отведениях, кроме aVR и V1. При этом в отведениях V5, V6 зубец Т должен составлять 1/3-1/4 своего R.

Сегмент RS-T - отрезок от конца QRS (конца зубца R или S) до начала зубца Т - соответствует периоду полного охвата возбуждением желудочков. В норме смещение сегмента RS-T вверх или вниз допустимо в отведениях V1-V3 не более 2 мм. В отведениях, наиболее отдаленных от сердца (в стандартных и однополюсных от конечностей), сегмент RS-T должен находиться на изолинии, возможное смещение вверх или вниз не более 0,5 мм.

В левых грудных отведениях сегмент RS-T регистрируется на изолинии. Точка перехода QRS в сегмент RS-T обозначается как точка RS-T - соединения j (junction - соединение). За зубцом Т следует горизонтальный интервал Т-Р, соответствующий периоду, когда сердце находится в состоянии покоя (период диастолы).

Зубец U появляется через 0,01-0,04 с после зубца Т, имеет ту же полярность и составляет от 5 до 50% высоты зубца Т. До настоящего времени четко не определено клиническое значение зубца U.

Интервал Q-T. Продолжительность электрической систолы желудочков имеет важное клиническое значение, поскольку патологическое увеличение электрической систолы желудочков может быть одним из маркеров появления угрожающих жизни аритмий.

Электрокардиографические признаки гипертрофии и перегрузок полостей сердца Гипертрофия сердца - это компенсаторная приспособительная реакция миокарда, выражающаяся в увеличении массы сердечной мышцы. Гипертрофия развивается в ответ на повышенную нагрузку при наличии приобретенных или врожденных пороков сердца либо при повышении давления в малом или большом круге кровообращения.

Электрокардиографические изменения при этом обусловлены: увеличением электрической активности гипертрофированного отдела сердца; замедлением проведения по нему электрического импульса; ишемическими, дистрофическими и склеротическими изменениями в измененной мышце

сердца.

Однако следует отметить, что широко используемый в литературе термин «гипертрофия» не всегда строго отражает морфологическую сущность изменений. Нередко дилатация камер сердца имеет те же электрокардиографические признаки, что и гипертрофия, при морфологической верификации изменений.

При анализе ЭКГ следует учитывать переходную зону (рис. 4) в грудных отведениях. Переходная зона определяется отведением, в котором зубцы R и S, т. е. их амплитуда по обе стороны изоэлектрической линии, равны (см. рис. 4). У здоровых детей старшего возраста переходная зона QRS, как правило, определяется в отведениях V3, V4. При изменении соотношения векторных сил переходная зона перемещается в сторону их преобладания. Например, при гипертрофии правого желудочка переходная зона перемещается в позицию левых грудных отведений и наоборот.

Признаки перегрузок предсердий

Электрокардиографические признаки перегрузки левого предсердия формируют электрокардиографический комплекс признаков, называемый в литературе P-mitrale. Увеличение левого предсердия является следствием митральной регургитации при врожденной, приобретенной (вследствие ревмокардита или инфекционного эндокардита), относительной митральной недостаточности или митрального стеноза. Признаки перегрузки левого предсердия представлены на рисунке 5.

Увеличение левого предсердия характеризуется:

увеличением общей продолжительности (ширины) зубца P более 0,10 с; уширенным двугорбым зубцом P в отведениях I, aVL, V5-V6;

наличием выраженной отрицательной фазы зубца P в отведении V1 (более 0,04 с по продолжительности и более 1 мм по глубине).

Поскольку удлинение зубца P может быть обусловлено не только увеличением левого предсердия, но и внутрисердечной блокадой, то наличие выраженной отрицательной фазы зубца P в отведении V1 более важно при оценке перегрузки (гипертрофии) левого предсердия. В то же время выраженность отрицательной фазы зубца P в отведении V1 зависит от частоты сердечных сокращений и от общих характеристик вольтаж зубцов.

Электрокардиографические признаки перегрузки (гипертрофии) правого предсердия формируют комплекс признаков, называемый P-

pulmonale, поскольку развивается он при легочной патологии, а также при хроническом легочном сердце. Однако у детей эти состояния встречаются нечасто. Поэтому основными причинами увеличения правого предсердия являются врожденные пороки сердца, например аномалия трехстворчатого клапана Эбштейна, а также первичные изменения легочной артерии - первичная легочная гипертензия.

Признаки увеличения правого предсердия представлены на рисунке 6. Увеличение правого предсердия (см. рис. 6) характеризуется:

высокоамплитудным зубцом Р с заостренной вершиной в отведениях II, III, aVF, данный признак обязателен в отведении V1 или V2;

длительностью зубца Р, не превышающей 0,10 с.

На рисунке 6 кроме признаков перегрузки правого предсердия отмечаются также признаки перегрузки правого желудочка.

Признаки перегрузок(гипертрофии)желудочков

Поскольку в норме ЭКГ отражает активность только левого желудочка, электрокардиографические признаки перегрузки левого желудочка подчеркивают (утрируют) норму. Там, где в норме высокий зубец R (в отведении V4, положение которого совпадает с левой границей сердца), он становится еще выше; где в норме глубокий зубец S (в отведении V2), он становится еще глубже.

Предложено много вольтажных критериев перегрузки (гипертрофии) левого желудочка - более 30. К наиболее известным относится индекс Соколова-Лайона: сумма амплитуд зубца R в отведении V5 или V6 (там, где больше) и S в отведении V1 или V2 (там, где больше) более 35 мм.

Однако на амплитуду зубцов в грудных отведениях влияют пол, возраст и конституция пациента. Так, увеличение вольтажа зубцов может наблюдаться у худощавых людей молодого возраста. Поэтому большое значение имеют вторичные изменения конечной части желудочкового комплекса: смещение интервала S-T и зубца Т.

Как признак относительного дефицита коронарного кровотока, возможно углубление зубца Q в отведениях V5, V6. Но при этом зубец Q не должен превышать более 1/4 своего R и 4 мм по глубине, поскольку данный признак указывает на первичную коронарную патологию.

Преобладающая дилатация левого желудочка имеет следующие признаки: R в V6 больше, чем R в V5, больше, чем R в V4 и больше 25 мм; внезапный переход от глубоких зубцов S к высоким зубцам R в грудных

отведениях; смещение переходной зоны влево (к V4).

Признаками преобладающей гипертрофии миокарда левого желудочка является депрессия (смещение ниже изолинии) сегмента S-T в отведении V6, возможно, и в V5. Электрокардиографические признаки перегрузки (гипертрофии) правого желудочка появляются, когда его масса увеличивается в 2-3 раза. Самый надежный признак гипертрофии правого желудочка - комплекс qR в отведении V1.

Дополнительными признаками являются вторичные изменения в виде смещения сегмента S-T и изменения зубца Т. При некоторых патологических состояниях, в частности при дефекте межпредсердной перегородки, гипертрофия правого желудочка демонстрируется также неполной блокадой правой ножки пучка Гиса в виде rsR в отведении V1.

В заключение следует отметить, что стандартная электрокардиограмма очень важна для адекватной диагностики при соблюдении нескольких правил. Это, во-первых, проведение съемки электрокардиограммы со сменой положения тела, что позволяет первично дифференцировать органическое и неорганическое повреждение сердца. Во-вторых, это выбор оптимальной скорости съемки - у детей 50 мм/с. И наконец, следует проводить анализ электрокардиограммы с учетом индивидуальных особенностей ребенка, в том числе его конституции.