Реферат:

НОРМАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА

Электрические явления, которые возникают в момент образования и проведения импульса возбуждения в специализированной проводящей системе сердца, имеют очень малое напряжение, поэтому на ЭКГ не регистрируются. ЭКГ регистрирует только волну (фронт) возбуждения, распространяющуюся по кардиомиоцитам предсердий и желудочков, которая возникает в процессе их деполяризации, а также электрические явления, возникающие в процессе восстановления исходной поляризации клеток сократительного миокарда предсердий и желудочков, то есть в период реполяризации.

Фронт возбуждения предсердий и желудочков представляет собой суммарный потенциал действия, складывающийся из потенциалов действия отдельных мышечных волокон. Суммарный потенциал действия предсердий записывается на ЭКГ в виде зубца р, желудочков в виде комплекса QRS, при .этом зубец р отражает процесс распространения фронта (волны) возбуждения по предсердиям, комплекс QRS – по желудочкам.

Восходящая часть зубца р отражает деполяризацию правого, нисходящая – левого предсердия. При синусовом ритме зубец р предшествует комплексу QRST, имеет положительную полярность в I, II стандартном отведении, в отведении AVL, во 2–6 грудных отведениях (V2–6). В III, AVF зубец р может быть положительным, изоэлектрическим или отрицательным, что зависит от положения электрической оси предсердий.

В отведении AVR, которое является зеркальным отражением II стандартного отведения, при синусовом ритме зубец р всегда отрицательный, в отведении V1 (первое грудное отведение) – двухфазный с положительной первой (правопредсердной) и отрицательной второй (левопредсердной) фазой.

При синусовом ритме продолжительность зубца р не превышает 0,1 с, амплитуда зубца р во II стандартном отведении не более 2,5–3 мм.

Итервал p–Q (от начала зубца р до начала зубца Q) отражает время проведения импульса возбуждения от синусового узла через АВ–соединение к кардиомиоцитам желудочков. Так как скорость доведения импульса возбуждения минимальна в АВ–соединении, то в основном интервал pQ отражает время проведения импульса возбуждения через АВ–соединение, то есть отражает время АВ–проведения.

В норме продолжительность интервала p–Q колеблется от 0,12 до 0,22 с, при этом продолжительность его зависит от частоты сердечного ритма, при увеличении частоты сердечного ритма продолжительность интервала p–Q уменьшается до 0,12 с, при уменьшении – увеличивается до 0,20–0,22 с.

Комплекс QRST отражает электрическую систолу желудочков, условно делится на 2 части: начальную – комплекс QRS, отражающую процесс деполяризации желудочков, и конечную – интервал ST и зубец Т, отражающая процесс реполяризации желудочков. При этом сегмент ST соответствует фазе плато потенциала действия ЭГ, зубец Т – фазе конечной быстрой реполяризации желудочков. Восходящее колено зубца Т (иногда вершина зубца Т) соответствует периоду сверхвозбудимости желудочков ("экзальтационной" фазе по Н.Е.Введенскому).

Зубец Q возникает при деполяризации межжелудочковой перегородки, зубцы R и S – при деполяризации правого и левого желудочка. При этом зубец R в отведениях от левого желудочка (1 стандартное, AVL и в левые грудные отведения – V4–V6) отражает суммарный потенциал действия миокарда левого желудочка, в отведениях от правого желудочка (III стандартное, AVF и правые грудные отведения – V1–V2) – суммарный потенциал действия правого желудочка.

Зубец S является суммарным потенциалом действия, отраженным с противоположной стенки правого или левого желудочка (по представлению некоторых авторов является "полостным" потенциалом, так как записывается через полость правого или левого желудочка), поэтому в отведениях от правого желудочка он отражает суммарный потенциал действия левого желудочка и наоборот.

Комплекс QRS может быть представлен тремя (Q, R, S), двумя (R, S) или одним (R) зубцом. Суммарная продолжительность комплекса зависит от количества зубцов в комплексе и не превышает 0,1 сек.

Физиологический зубец Q у здорового человека обычно регистрируется в III стандартном отведении, в отведении AVF и в левых грудных отведениях. Продолжительность его не превышает 0,02 с, амплитуда – одной трети или одной четверти зубца R в соответствующем отведении.

Более глубокий зубец Q в III стандартном отведении и в отведении AVF регистрируется обычно у людей с высоким стоянием диафрагмы (например, у гиперстеников с избыточной массой тела, беременных, а также у больных с асцитом различной этиологии). При глубоком вдохе, когда диафрагма опускается, что сопровождается изменением положения сердца в грудной клетке, амплитуда физиологического зубца Q уменьшаегся и в III стандартном отведении, и в отведении AVF, которое повторяет все особенности III стандартного отведения, так как является его усиленным отведением.

При анализе комплекса QRS необходимо выделить его основной зубец. Основным зубцом комплекса QRS считается тот, который имеет максимальную амплитуду (при отсутствии нарушений в проведении импульса возбуждения по желудочкам) или площадь (при внутри желудочковых блокадах).

По направлению основного зубца в I и III стандартном отведении судят о положении электрической оси желудочков (комплекса QRS). В грудных отведениях определение соотношения амплитуды основных зубцов желудочкового комплекса позволяет выявить признаки гипертрофии правого или левого желудочка, наличие и локализацию внутрижелудочковых блокад, наличие очагового поражения миокарда левого желудочка.

Электрическая ось сердца (вернее, желудочков) является суммарным вектором электрического поля, которое возникает в процессе распространения волны возбуждения по желудочкам. В норме она совпадает с анатомической осью сердца и у здорового человека в трехмерном пространстве направлена справа налево, сзади наперед и сверху вниз (от правого предсердия к верхушке сердца), располагаясь (в двухмерном пространстве) по отношению к горизонтальной оси системы координат под углом примерно в 30–70 градусов.

Угол между электрической осью комплекса QRS и горизонтальной осью системы координат называется углом альфа. Величина угла альфа зависит от:

* положения сердца в грудной клетке, которое определяется выстой стояния диафрагмы,
* выраженности гипертрофии левого или правого желудочка,
* степени нарушения проведения импульса возбуждения по левой или правой ножки пучка Гиса.

У здорового человека величина угла альфа зависит от типа конституции и массы чела, что определяет количество жира в брюшной полости и уровень стояния диафрагмы.

У здорового человека нормостенической конституции с нормальной массой тела анатомическая и электрическая ось сердца занимают промежуточное (нормальное) положение, при этом угол альфа составляет примерно 45 градусов, отклоняясь не более чем на 15–20 градусов вправо или влево (возможны отклонения в пределах от 30 до 70 градусов).

У астеников (особенно при пониженной массе тела) низкое стояние диафрагмы определяет вертикальное или почти вертикальное положение сердца в грудной клетке, что ведет к увеличение угла альфа свыше 70 градусов (до 90–110 градусов), то есть анатомическая и электрическая оси сердца отклоняются вправо.

У гиперстеников (особенно с избыточной массой тела) высокое стояние диафрагмы определяет горизонтальное или почти горизонтальное положение сердца в грудной клетке. При этом угол альфа уменьшается от 30 градусов до 0, анатомическая и электрическая оси сердца отклоняются влево.

При гипертрофии левого желудочка преобладание суммарного потенциала действия левого желудочка определяет отклонение электрической оси QRS влево, при гипертрофии правого желудочка – вправо. Блокада левой ножки сопровождается отклонением электрической оси влево, правой – вправо.

Определение положения электрической оси QRS по ЭКГ основывается на векторной теории, предложенной в начале века Бетховеном, который рассматривает электрическую ось сердца как скалярный вектор (вектор в двухмерном пространстве) в треугольнике с центром, расположенным в гипотетическом электрическом центре сердца, совпадающим с его анатомическим центром.

Сторонами треугольника являются линии, соединяющие три активных электрода стандартных отведении. Горизонтальная линия совпадает с 1 стандартным отведением (электроды от левой и правой руки), отведение от левой руки и левой ноги – с III, от правой руки и левой ноги – со II стандартным отведением.

Если в треугольнике Эйтховена построить систему координат, можно получить шестиосную систему, в которой горизонтальная линия будет совпадать с первым стандартным отведением, а вертикальная – с отведением AVF (то есть усиленным отведением от левой нижней конечности).

Угол альфа в этой системе будет представлен углом между горизонтальной линией (первое отведение) и электрической осью сердца (скалярным вектором). Если вектор совпадает с горизонтальной осью, то угол альфа будет равен нулю, если совпадает с вертикальной – примерно 90 градусам.

При определении положения электрической оси сердца большое значение имеет полярность вектора. Если вектор направлен вниз (влево или вправо), то угол альфа (и вектор) будет иметь положительное значение, если вверх (влево или вправо), то угол альфа (и вектор) будет иметь отрицательное значение.

Это связано с характером распространения фронта возбуждения по сердечной мышце (сверху вниз, справа налево, то есть от правого предсердия к верхушке сердца). В начале процесса распространения возбуждения область правого предсердия (зона деполяризации) будет иметь отрицательный заряд, в то же время, ткани, находящиеся в состоянии электрического покоя (верхушка сердца), – положительный.

Практическое определение положения электрической оси QRS не представляет особых трудностей. Для этого используется только два стандартных отведения: первое и третье. Алгебраическая сумма комплекса QRS первого стандартного отведения откладывается на горизонтальной, третьего – на вертикальной оси, соответствующей отведению AVF, (так как отведение AVF является усиленным III отведением, то при определении положения электрической оси сердца вместо оси III стандартного отведения используется вертикальная ось отведения AVF).

Выделяют три основных варианта положения электрической оси сердца: промежуточное (нормальное), горизонтальное (отклонение влево) и вертикальное (отклонение вправо).

При нормальном положении электрической оси комплекса QRS гневным зубцом комплекса в первом и третьем стандартном отведении является зубец R, угол альфа составляет примерно +45 градусов (возможно смещение вектора в пределах +30 – +70 градусов).

При горизонтальном положении электрической оси комплекса WS (отклонение влево) основным зубцом комплекса в первом стандартном отведении является зубец R, а в третем – S, угол альфа уменьшается до нуля или будет иметь отрицательное значение (возможно смещение вектора от +30 до –30 и более).

При вертикальном положении электрической оси комплекса QRS (отклонение электрической оси QRS вправо) основным зубцом комплекса в 1 стандартном отведении является зубец S, а в третьем – R, угол альфа увеличивается до 90 градусов и более.

Определение соотношения основных зубцов комплекса QRS в грудных отведениях имеет большое диагностическое значение. В норме амплитуда зубца R в отведении V1 минимальная и постепенно увеличивается к отведению V4 (область верхушки сердца), в котором записывается суммарный потенциал действия левого и правого желудочков (больше левого), по направлению совпадающий с электрической осью QRS.

В этом отведении величина суммарного потенциала действия желудочков максимальна, что определяет максимальную амплитуда зубца R в отведении V4. К отведению V6 амплитуда зубца R постепенно уменьшается, что связано с наличием воздушной легочной ткани между сердечной мышцей и передней грудной стенкой.

Амплитуда зубца S максимальная во втором грудном отведение и постепенно уменьшается к отведению V4–V5, в V6 зубец S обычно не регистрируется.

Данное соотношение основных зубцов желудочкового комплекса в грудных отведениях зависит от:

* массы электрически активного миокарда, непосредственно) прилегающего к зоне действия активного электрода,
* преобладания положительного или отрицательного (полостного) потенциала действия,
* наличия и массы электрически нейтральной воздушной лещиной ткани между сердечной мышцей и передней грудной стенки, в зоне действия активного электрода (крайние правые и левые грудные отведения).

Интервал ST и зубец Т – конечная часть желудочкового комплекса, отражают фазу реполяризации желудочков. Интервал ST соответствует фазе обратной реполяризации, (то есть фазе начала медленной реполяризации), зубец Т – фазе конечной быстрой поляризации электрограммы одиночного мышечного волокна.

Так как период обратной поляризации соответствует фазе "плато" электрограммы кардиомиоцита, когда разницы потенциалов на поверхности клетки практически нет, то интервал ST электрокардиограммы находится на изоэлектрической линии, отклоняясь от нее не более чем на 0,5–1 мм. Более выраженное отклонение интервала ST может наблюдался при ишемическом повреждении и некрозе сердечной мышцы, гипертрофии и перегрузке желудочков, а также при внутрижелудочковых блокадах, то есть свидетельствует о патологии сердечной мышцы. У здоровых людей отчетливое смещение интервала ST вверх от изоэлектрической линии в стандартных, усиленных и грудных отведениях наблюдается при синдроме ранней реполяризации.

Зубец Т – это пологая волна, по направлению совпадающая с основным зубцом комплекса QRS, то есть имеющая конкордантное направление по отношению к основному зубцу желудочкового комплекса. Если основным зубцом комплекса QRS является зубец R, то волна Т будет положительной и наоборот, если основным зубцом комплекса QRS будет зубец S, то волна Т будет отрицательной. Амплитуда зубца Т также соответствует амплитуде основного зубца комплекса QRS. В грудных отведениях максимальную амплитуду положительный зубец Т имеет в отведении V4, где максимальна амплитуда зубца R. Исключение составляет отведение V3 – переходная зона, в которой суммарный потенциал действия левого и правого желудочка примерно одинаков, поэтому амплитуда зубца R равна амплитуде зубца S, зубец Т положительный и достаточно высокий.

### **Методика анализа ЭКГ**

* определение амплитуды зубцов р и зубцов комплекса QRST (в мВ, при этом 1 мВ соответствует 10 мм) во II стандартном отведении,
* определение продолжительности зубцов и интервалов в секундах (с учетом, что 1 мм бумажной ленты, на которой записывается ЭКГ, соответствует 0,02 секундам при скорости записи 50 м/мин). Рассчитывается продолжительность зубца р, комплекса QRS во втором стандартном отведении, интервалов p–Q (время АВ–проведения), Q–T (электрическая систола желудочков), T–Q (электрическая диастола желудочков) и интервала R–R (продолжительность одного сердечного цикла, по которому определяется частота сердечного ритма) в стандартных и грудных отведениях,
* определение соотношения амплитуды и полярности (направления) зубцов р в одном и том же и в соседних отведениях,
* определение основного зубца комплекса QRST,
* определение соотношения амплитуды и площади основных зубцов комплекса QRST внутри комплекса, в комплексах одного отведения и в соседних отведениях,
* определение характера нарушений формы зубца р и комплекса QRS,
* определение положения сегмента ST по отношению к изо. электрической линии во всех 12 отведениях,
* определение соотношения направления и амплитуды зубца Т и основного зубца комплекса QRST в одном и том же и в соседних отведениях,
* определение частоты сердечного ритма, которая соответствуя результату деления 60 секунд на продолжительность одного сердечного цикла в секундах,
* определение регулярности сердечного ритма (при разнице между двумя и более сердечными циклами в 0,1–0,15 с ритм считается регулярным, при большей – нерегулярным),
* определение локализации основного и вспомогательных водителей ритма (при синусовом ритме зубец р нормальной полярности предшествует комплексу QRST, при узловом – отрицательный зубец р наслаивается на комплекс QRST или следует после него, при идиовентрикулярном – зубец р отсутствует, комплекс QRST деформирован по типу блокады правой или левой ножки пучка Гиса),
* определение локализации эктопических очагов возбуждения предсердий и желудочков (по положению по отношению к желудочковому комплексу и полярности зубца р, форме комплекса QRST, продолжительности компенсаторной паузы),

Во врачебном заключении указывается положение электрической оси сердца (комплекса QRS), локализация основного водителя ритма, частота и регулярность сердечного ритма (например: ритм синусовый, регулярный с частотой 76 в минуту), характер нарушений сердечного ритма и проводимости, признаки гипертрофии и перегрузки предсердий и желудочков, признаки коронарной недостаточности.

Для выявления признаков скрытой коронарной недостаточности используются дополнительные методы исследования (велоэргометрия, холтеровское мониторирование, фармакологические нагрузочные пробы, чрезпищеводная стимуляция предсердий и т.д.).