

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Харківський національний медичний університет

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

***Методичні вказівки
для підготовки лікарів-інтернів,
слухачів передатестаційних циклів
зі спеціальності
«Медицина невідкладних станів»***

Затверджено
вченою радою ХНМУ.
Протокол № 2 від 21.02.2013.

**Харків
ХНМУ
2013**

Основи електрокардіографії : метод. вказ. для підготовки лікарів-інтернів, слухачів передатестаційних циклів зі спеціальності «Медицина невідкладних станів» / упор. А.А. Хижняк, С.С. Дубівська – Харків : ХНМУ, 2013. – 36 с.

Упорядники А.А. Хижняк
 С.С. Дубівська

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФІЇ. МЕТОДИКА ЗНЯТТЯ ЕКГ. НОРМАЛЬНА ЕКГ

Електрокардіограма – це графічне вираження змін у часі інтегральної електричної активності серця.

Метод дозволяє оцінити найважливіші функції серця: автоматизм, збудливість і провідність.

В основі електричних явищ, що виникають у серцевому м'язі, лежить переміщення через зовнішню мембрану міокардіальної клітини іонів калію, натрію, кальцію, хлору та ін. Клітинна мембрана в електрохімічному відношенні являє собою оболонку, що має вибіркочувачу проникність для різних іонів. Генез нормальної ЕКГ, походження і характер її патологічних змін найбільш наочно пояснює векторна теорія серцевого диполя.

Електричні явища, пов'язані з діяльністю всього серця, прийнято розглядати на прикладі окремого м'язового волокна. Це допустимо, оскільки електричні процеси, що відбуваються в міокардіальній клітці й у серці в цілому мають спільні закономірності.

У стані спокою зовнішня поверхня клітинної мембрани м'язового волокна заряджена позитивно (+). При порушенні зовнішня поверхня деполаризованої ділянки змінює заряд на негативний (-). Реполаризація м'язової клітини супроводжується відновленням (+) зарядів на її поверхні.

Процес розповсюдження по м'язовому волокну хвилі деполаризації, як і хвилі реполаризації, схематично можна представити у вигляді переміщення подвійного шару зарядів, розташованих на межі порушених, заряджених (-), і збуджених, заряджених (+), ділянок волокна. Ці заряди рівні за абсолютною величиною, протилежні за знаком і знаходяться на нескінченно малій відстані один від одного. Така система, що складається з двох рівних за величиною, але протилежних за знаком зарядів, називається диполем. Позитивний полюс диполя завжди звернений у бік збудженої, а негативний – у бік порушеної ділянки м'язового волокна.

Диполь може послужити моделлю електричної активності окремого м'язового волокна, яке позначають як елементарний диполь. Елементарний диполь характеризується різницею потенціалів і є джерелом елементарної електрорушійної сили (ЕРС). ЕРС – величина векторна; її характеризують абсолютне значення і напрям. У електрокардіографії прийнята позитивна полярність вектора, тобто направлення від (-) до (+).

На поверхні збудженого м'язового волокна різниця потенціалів відсутня – реєструючий прилад фіксує ізолінію. При появі збудження на межі порушених і збуджених ділянок з'являється диполь, який разом із хвилею збудження на її "гребні" переміщається по м'язовому волокну. Між збудженими і такими, що залишилися на даний момент у стані спокою, ділянками поверхні міокардіального волокна виникає різниця потенціалів.

Якщо електрод, з'єднаний з позитивним полюсом реєструючого приладу (активний, диферентний), звернений до (+) полюса диполя, тобто вектор ЕРС спрямований до цього електрода, то реєструється відхилення кривої вгору або позитивний зубець. У випадку, коли активний електрод звернений до негативного заряду диполя, тобто вектор ЕРС спрямований від цього електрода, виникає відхилення кривої вниз або негативний зубець.

У кожен момент серцевого циклу в стані збудження виявляється безліч м'язових волокон, які являють собою елементарні диполі. При одночасному існуванні кількох диполів їх ЕРС взаємодіє за законом додавання векторів, утворюючи сумарну ЕРС. Таким чином, при певних припущеннях серце можна розглядати як одноточкове джерело струму – сумарний єдиний серцевий диполь, що продукує сумарну ЕРС.

При строго послідовному поширенні порушення по міокарду, коли на різних етапах цього процесу залучені в стан збудження виявляються різні, але певні за локалізацією ділянки серця і різні за величиною м'язові маси, сумарна ЕРС послідовно і закономірно змінюється за величиною і напрямком. Кожному окремому моменту серцевого циклу відповідає своя сумарна моментна ЕРС.

Імпульс до порушення серця в нормі генерують Р-клітини синоатріального вузла, що володіють найбільш високим автоматизмом (здатністю до спонтанної повільної діастолічної деполяризації). Зі синоатріального вузла, розташованого у верхній частині правого передсердя, порушення поширюється по скоротливому міокарду передсердь (спочатку правого, потім обох і на заключному етапі – лівого), по міжпередсердному пучку Бахмана і міжвузловим спеціалізованим трактам (Бахмана, Венкебаха, Тореля) до атріовентрикулярного вузла. Основний напрямок руху хвилі деполяризації передсердь (сумарного вектора) – вниз і вліво.

Пройшовши атріовентрикулярне з'єднання, де відбувається різке зниження швидкості поширення збудження (атріовентрикулярна затримка проведення імпульсу), електричний імпульс швидко розповсюджується по внутрішньошлуночкової провідній системі. Вона складається з пучка Гіса (передсердно-шлуночкового пучка), ніжок (гілок) пучка Гіса та волокон Пуркінє. Пучок Гіса ділиться на праву і ліву ніжки. Ліва ніжка поблизу від основного стовбура пучка Гіса поділяється на два розгалуження: передньоверхнє і задньонижнє. У ряді випадків є третя, серединна гілка. Кінцеві розгалуження внутрішньошлуночкової провідної системи представлені волокнами Пуркінє. Вони розташовуються переважно субендокардіально і безпосередньо пов'язані зі скорочувальним міокардом. Тому поширення збудження по вільним стінкам шлуночків йде з безлічі вогнищ у субендокардіальних шарах до субепікардіального.

Порушення скорочувального міокарда шлуночків починається з лівої половини міжшлуночкової перегородки, куди раніше проходить електричний імпульс по більш короткій лівій ніжці. Хвиля збудження рухається вправо. У нормі охоплення збудженням усієї міжшлуночкової перегородки відбувається за 0,02–0,03 с. Через 0,005–0,01 с від початку порушення перегородки процес деполяризації поширюється на субендокардіальні шари міокарда верхівки, передньої і бокової стінок правого шлуночка. Хвиля збудження переміщається до епікарда, тому сумарний вектор деполяризації правого шлуночка спрямований вправо і вперед, як і вектор міжшлуночкової перегородки. Разом вони протягом перших 0,02–0,03 с визначають напрямок ранніх сумарних векторів серця вправо і вперед.

Після вступу в процес збудження лівого шлуночка, що відбувається на 0,03–0,04 с, сумарний вектор серця починає відхилятися вниз і вліво, а потім у міру охоплення все більшої маси міокарда лівого шлуночка він відхиляється все більше вліво. Найдовшими будуть вектори 0,04–0,05 с, тому що вони відображають момент, коли порушується одночасно максимальна кількість м'язових волокон міокарда. В подальшому (0,06–0,07 с) сумарні вектори також спрямовані вліво, але мають меншу величину. Вектори 0,08–0,09–0,10 с (кінцеві) обумовлені збудженням основ міжшлуночкової перегородки і шлуночків. Вони орієнтовані вгору і трохи вправо, мають найбільшу величину.

Реполяризації шлуночків, починаючись із субепікардіальних шарів міокарда, поширюється до ендокарда. Тому сумарний вектор реполяризації має той же напрям, що і вектор деполяризації шлуночків. Із вищесказаного випливає, що в процесі серцевого циклу сумарний вектор, постійно змінюючись за величиною і орієнтацією, велику частину часу спрямований зверху і праворуч вниз і вліво.

Являючи собою джерело ЕРС, серце створює в тілі людини, як у навколишньому провіднику, і на його поверхні, електричне поле. Динаміка сумарної ЕРС серця протягом серцевого циклу, переважна орієнтація сумарного вектора такі, що більшу частину серцевого циклу позитивні потенціали електричного поля зосереджені в лівій і нижній частинах тіла, а негативні – у правій і верхній.

Наявність на поверхні тіла людини точок, що відрізняються за величиною і знаком потенціалу, дозволяє зареєструвати між ними різницю потенціалів. У електрокардіографії з цією метою використовуються строго певні точки, що дозволяє уніфікувати метод і добитися найбільшої його інформативності. Реєстрація різниці потенціалів між двома певними точками електричного поля серця, в які встановлені електроди, називається електрокардіографічним відведенням. Гіпотетична лінія, що з'єднає ці точки, являє собою вісь відведення. В електрокардіографічному відведенні розрізняють полярність. Позитивним вважають полюс, який має більший

потенціал, він підключається до анода електрокардіографа (звернений до позитивного електрода). Негативний полюс відповідно з'єднується з катодом (звернений до негативного електрода).

Звичайне електрокардіографічне дослідження включає обов'язкову реєстрацію 12 відведень: 3 стандартних, 3 посилених однополюсних від кінцівок і 6 грудних.

Стандартні відведення. Це двополюсні відведення від кінцівок, запропоновані Ейнтховеном. Їх позначають римськими цифрами I, II, III. Дані відведення реєструють різницю потенціалів між двома кінцівками. Для їх запису електроди накладають на обидві верхні й ліву нижню кінцівки і попарно подають потенціали на вхід електрокардіографа, чітко дотримуючись полярності відведень. Четвертий електрод поміщають на праву ногу для підключення заземлення проводу.

Порядок підключення до електрокардіографа при реєстрації стандартних відведень:

I відведення – права рука (негативний електрод) – ліва рука (позитивний електрод);

II відведення – права рука (негативний електрод) – ліва нога (позитивний електрод);

III відведення – ліва рука (негативний електрод) – ліва нога (позитивний електрод).

Осі трьох стандартних відведень є сторонами схематичного рівностороннього трикутника Ейнтховена. Вершинам цього трикутника відповідають електроди, встановлені на правій руці, лівій руці й лівій нозі. У центрі розташований електричний центр серця – точковий єдиний сумарний серцевий диполь, однаково віддалений від усіх трьох осей відведень. Перпендикуляри, звернені з центру трикутника Ейнтховена на осі відведень, ділять їх на дві половини: позитивну, звернену до позитивного електрода, і негативну, звернену до негативного електрода. Кути між осями відведень складають 60° .

Посилені однополюсні відведення від кінцівок (aVR, aVL, aVF). Запропоновано Гольдбергер. Для запису цих відведень активний (+) електрод послідовно розміщується на правій руці (aVR), на лівій руці (aVL) і лівій нозі (aVF). На негативний полюс електрокардіографа подається сумарний потенціал із двох вільних від активного електрода кінцівок. Отже, ці відведення реєструють різницю потенціалів між однією з кінцівок і середнім потенціалом двох інших. Лінії цих відведень у трикутнику Ейнтховена з'єднують його вершини з серединами протилежних ліній відведень.

Усі 6 відведень від кінцівок складають єдину систему: вони відображають зміни сумарного вектора серця у фронтальній площині, тобто відхилення його вгору або вниз, вліво або вправо. Для більш наочного візуального визначення цих відхилень Бейлі запропонував шестиосьову

систему координат. Її можна представити, перемістивши в просторі осі всіх 6 відведень від кінцівок так, щоб вони пройшли через центр трикутника Ейнтховен. У шестиосьовій системі координат кут між сусідніми осями дорівнює 30° .

Відведення від кінцівок відображають динаміку сумарної ЕРС серця в цілому. Однак досвід практичної електрокардіографії показав, що відведення I і aVL переважно виявляють ознаки гіпертрофії лівих камер серця і вогнищеві зміни міокарда в передній і бічній стінках лівого шлуночка; відведення III і aVF – ознаки гіпертрофії правих камер і вогнищеві зміни міокарда задньонижньої (задньодіафрагмальної) стінки лівого шлуночка. Відведення II займає в цьому відношенні проміжне положення.

Грудні відведення. Це однополюсні відведення, запропоновані Вільсоном. Вони реєструють різницю потенціалів між активним (+) електродом, розташованим у строго певній точці на грудній стінці, й (-) об'єднаним електродом Вільсона. Останній утворюється при з'єднанні трьох кінцівок (правої руки, лівої руки і лівої ноги) і має потенціал, близький до нуля. Грудні відведення позначають буквою V зі зазначенням номера позиції активного електрода, позначеного арабською цифрою. Позиції активного електрода при записі грудних відведень:

- відведення V1–IV міжребер'я біля правого краю груднини;
- V2–IV міжребер'я біля лівого краю груднини;
- V3 – між позиціями V2 і V4 (приблизно на рівні IV ребра по лівій парастернальній лінії);
- V4 – у V міжребер'ї по лівій середньоключичній лінії; V5 – на тому ж горизонтальному рівні, що V4 по лівій передньопуховій лінії;
- V6 – на тому ж горизонтальному рівні, що V4 і V5 по лівій середньопуховій лінії.

Позитивна частина осі кожного грудного відведення утворюється лінією, що з'єднує електричний центр серця з місцем розташування активного електрода. Продовження її за електричний центр становить негативну частину осі відведення.

Грудні відведення реєструють зміни ЕДС серця переважно в горизонтальній площині. Відведення V1-V2, наближені до правих відділів серця, називаються правими грудними і більш чутливі до змін електричних процесів у правому шлуночку серця. Відведення V5-V6, розташовані ближче до лівого шлуночка, переважно відображають зміни в цьому відділі серця. При осередковому ураженні зміни передньоперегородкової зони лівого шлуночка знаходять відображення у відведеннях V1-V3, ділянки верхівки – у відведенні V4 і передньобічної стінки шлуночка у відведеннях V5-V6.

Додаткові відведення. Можливості електрокардіографії можуть бути істотно розширені реєстрацією додаткових відведень. Необхідність у них виникає при недостатній інформативності 12 загальноприйнятих відве-

день. Існує безліч додаткових відведень, і використовуються вони за певними показаннями. Наприклад, у діагностиці задньобазальних і задньобочкових інфарктів міокарда надзвичайно корисними можуть виявитися крайні ліві грудні відведення V7–V9. Для запису цих відведень активний електрод встановлюється відповідно по задній пахвовій, лопатковій і паравертебральній лініях на горизонтальному рівні електродів V4–V6.

У клінічній практиці широке розповсюдження одержали відведення за Небом. Це двополосні відведення, які фіксують різницю потенціалів між двома точками на поверхні грудної клітки. Відведення Dorsalis (D) – активний (+) електрод розташовується на рівні верхівки серця по задній пахвовій лінії, (-) електрод – у II міжребер'ї біля правого краю груднини. Відведення Anterior (A) – активний (+) електрод – на місці верхівкового поштовху, (-) електрод – у II міжребер'ї біля правого краю груднини. Відведення Inferior (J) – активний (+) електрод – на місці верхівкового поштовху, (-) електрод на рівні верхівки серця по задній пахвовій лінії.

Відведення за Небом застосовуються для діагностики вогнищевих змін міокарда в ділянці задньої стінки (відведення D), передньобічному (відведення A) і верхніх відділів передньої стінки лівого шлуночка (відведення J).

МЕТОДИКА ЗАПISУ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ

Запис ЕКГ повинний проводитися в теплому приміщенні, щоб уникнути тремтіння хворого при максимальному розслабленні м'язів. Планові дослідження проводяться після 10–15 хв відпочинку не раніше, ніж через 2 год після прийому їжі. Звичайне положення – лежачи на спині. Дихання рівне, неглибоке.

1. Накладення електродів. Із метою зменшення наведених струмів та покращання якості запису ЕКГ необхідно забезпечити хороший контакт електродів зі шкірою. Зазвичай це досягається застосуванням марлевих прокладок між шкірою і електродами, змочених 5–10 % розчином хлористого натрію або спеціальних струмопровідних паст. При необхідності в місцях накладання електродів попередньо знежирюють шкіру. У випадку значної волосистості ці місця змочують мильним розчином.

На внутрішню поверхню передпліччя і гомілок у нижній третині накладають пластинчасті електроди, закріплюючи їх гумовими стрічками. На груди встановлюють один (або декілька при багатоканальному записі) грудний електрод, який фіксують гумовою грушею-присосом.

2. Підключення електродів до електрокардіографа. Кожен електрод з'єднується з електрокардіографом відповідним проводом шланга відведень, що мають загальноприйняте кольорове маркування. До електрода, розташованого на правій руці, приєднують провід, маркований червоним кольором, на лівій – жовтим; на правій нозі – чорним, на лівій – зеленим.

Грудний електрод з'єднують із кабелем, позначеним білим кольором. При багатоканальному записі з одночасною реєстрацією всіх шести грудних відведень до електрода в позиції V1 підключають провід із червоним наконечником, V2 – із жовтим, V3 – із зеленим, V4 – із коричневим, V5 – із чорним, V6 – із синім або фіолетовим.

3. Заземлення електрокардіографа.

4. Включення апарата в мережу.

5. Запис контрольного у мілівольтах. Реєстрація ЕКГ повинна передувати калібруванню підсилення, що дозволяє стандартизувати дослідження, тобто оцінювати і порівнювати при динамічному спостереженні амплітудні характеристики. Для цього в положенні перемикача відведень "0" на гальванометр електрокардіографа натисканням спеціальної кнопки подається стандартна калібрована напруга в 1 мВ.

Бажано проводити калібрування запису на початку і наприкінці зняття ЕКГ.

6. Вибір швидкості руху паперу. Сучасні електрокардіографи можуть реєструвати ЕКГ при різних швидкостях руху стрічки: 12,5, 25, 50, 75 і 100 мм/с. Обрана швидкість встановлюється натисканням відповідної кнопки на панелі управління.

Найбільш зручна для подальшого аналізу ЕКГ швидкість 50 мм/с. Менша швидкість (зазвичай 25 мм/с) використовується з метою виявлення та аналізу аритмії, коли потрібний триваліший запис ЕКГ.

При швидкості руху стрічки 50 мм/с кожна маленька клітинка міліметрової сітки, розташована між тонкими вертикальними лініями (тобто 1 мм), відповідає 0,02 с. Ділянка між двома більш товстими вертикальними лініями, що включає 5 маленьких клітинок (тобто 5 мм), відповідає 0,1 с. При швидкості руху стрічки 25 мм/с маленька клітинка відповідає 0,04 с, велика – 0,2 с.

7. Запис ЕКГ. Реєстрація ЕКГ складається з послідовного запису електрокардіографічних відведень, що роблять, повертаючи ручку перемикача відведень. У кожному відведенні записують не менше 4 циклів.

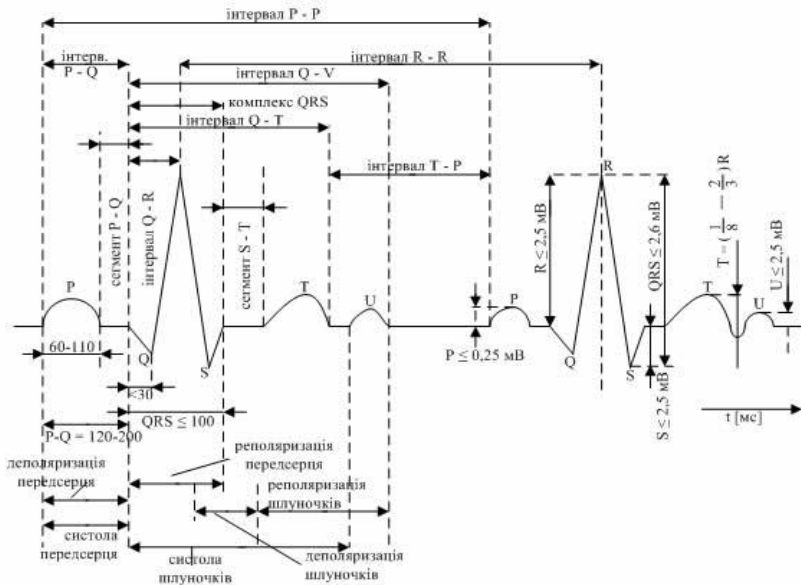
1. Запис стандартних відведень проводиться при положенні перемикача відведень у позиціях I, II і III. Прийнято III стандартне відведення реєструвати додатково при затримці дихання на глибокому вдиху. Це роблять із метою встановлення позиційного характеру змін, що нерідко виявляються в даному відведенні.

2. Запис однополюсних посиленних відведень від кінцівок здійснюється за допомогою тих же електродів і при тому ж їх розташуванні, що і при реєстрації стандартних відведень. У позиції перемикача відведень I записують відведення aVR, II – aVL, III – aVF.

3. Запис грудних відведень. Перемикач відведень переводять у позицію V. Реєстрацію кожного відведення роблять, переміщаючи послідовно грудний електрод із положення V1 до положення V6 (див. вище).

4. Запис відведень за Небом. Ці додаткові відведення реєструються за допомогою пластинчастих електродів, які переносять із кінцівок на грудну клітку. При цьому електрод із правої руки (червоний маркований провід) переміщують у II міжребер'ї до правого краю грудини, з лівої ноги (зелене маркування проводу) – в позицію грудного відведення V4 (верхівка серця), з лівої руки (жовте маркування проводу) – на тому ж горизонтальному рівні по задній пахвовій лінії. У положенні перемикача відведень I реєструють відведення D, II – A, III – J.

Перед записом ЕКГ або після його закінчення на стрічці вказують дату проведення дослідження (при екстрених ситуаціях фіксується і час), прізвище, ім'я, по батькові хворого, його вік.



Стандартна ЕКГ

ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НОРМАЛЬНОЇ ЕКГ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКА

Зубець Р – передсердний комплекс, що відображає процес поширення збудження (деполяризації) передсердь. Джерелом його є синусовий вузол, розташований біля устя верхньої порожнистої вени (у верхній частині правого передсердя). Перші 0,02–0,03 с хвиля збудження поширюється тільки по правому передсердю, наступні 0,03–0,06 с йде одночасно по обом передсердям. У заключні 0,02–0,03 с воно поширюється лише по лівому передсердю, оскільки весь міокард правого передсердя до цього часу вже знаходиться у збудженому стані.

Полярність зубця Р різна в різних відведеннях: P_I, P_{II}, aVF, V₃–V₆ завжди позитивна. P_{aVR} завжди негативний. P_{III} може бути позитивним, двофазним або негативним при горизонтальному положенні електричної осі серця, P_{aVL} – позитивним, двофазним чи негативним при вертикальній електричній позиції серця. P_{V1} частіше буває двофазним, може реєструватися у вигляді невисокого позитивного зубця. Зрідка таку ж полярність має P_{V2}. Амплітуда зубця Р становить 0,5–2,5 мм. Тривалість його не перевищує 0,1 с (коливається від 0,07 до 0,1 с).

Сегмент PQ. Порушення атріовентрикулярного з'єднання, пучка Гіса, ніжок пучка Гіса, волокон Пуркінє створює дуже маленьку різницю потенціалів, яка на ЕКГ представлена ізоелектричною лінією, розташованою між кінцем зубця Р і початком шлуночкового комплексу.

Інтервал PQ відповідає часу поширення збудження від синусового вузла до скорочувального міокарда шлуночків. Цей показник включає в себе зубець Р і сегмент PQ і вимірюється від початку зубця Р до початку шлуночкового комплексу. Протяжність інтервалу PQ у нормі становить 0,12–0,20 с (до 0,21 с при брадикардії) і залежить від частоти серцевих скорочень, збільшуючись зі зменшенням синусового ритму.

Комплекс QRS – шлуночковий комплекс, що формується в процесі деполяризації шлуночків. Для більшої наочності пояснення походження окремих зубців цього комплексу безперервний процес ходу порушення по шлуночках поділяється на 3 основних етапи.

I етап (початковий) відповідає першим 0,02–0,03 з розповсюдження збудження по міокарду шлуночків і обумовлені в основному збудженням міжшлуночкової перегородки, а також, меншою мірою, правого шлуночка. Сумарний (моментний) початковий вектор спрямований вправо і вперед і має невелику величину.

Проекцією цього вектора на осі відведень визначаються напрямки і величина початкового зубця шлуночкового комплексу в більшості електрокардіографічних відведень. Оскільки початковий моментний вектор деполяризації шлуночків проектується на негативні частини осей відве-

день I, II, III, aVL, aVF, то в цих відведеннях реєструється невелике негативне відхилення – зубець q. Напрямок його від електродів V5-V6 також пояснює появу невеликого зубця q у цих відведеннях. Одночасно даний вектор орієнтований від електродів V1-V2, де під його впливом формується невеликої амплітуди початковий позитивний зубець R.

II етап (головний) має місце протягом наступних 0,04–0,07 с, коли порушення розповсюджується за вільними стінками шлуночків. Сумарний (моментний) головний вектор спрямований справа наліво відповідно до орієнтації сумарного вектора більш потужного лівого шлуночка. Проекція головного моментного вектора на осі відведень визначає основний зубець шлуночкового комплексу в кожному з них.

Він проектується на позитивні частини осей I, II, III, aVL, aVF відведень, де формуються зубці R, і на негативну частину відведення aVR, що призводить до одночасної реєстрації негативного зубця S.

Головний моментний вектор орієнтований до електродів V5-V6, де під його впливом виникають позитивні зубці R. Цей же вектор має напрямки від електродів V1-V2, тому в той же період часу в них формується негативний зубець S.

III етап (заключний). Процес деполяризації шлуночків закінчується охопленням порушенням їх базальних відділів. Це відбувається на 0,08–0,10 с. Сумарний (моментний) термінальний вектор має невелику величину і значно варіює за напрямком. Проте частіше він орієнтований вправо і у кінець.

У ряді відведень від кінцівок, у відведеннях V4-V6 під його впливом утворюються термінальні негативні зубці – зубці S. У відведеннях V1-V2 цей вектор, зливаючись із головним, робить свій внесок у формування глибоких зубців S.

Таким чином, одні й ті ж електричні процеси, що реєструються одночасно при поширенні порушення в шлуночках, у різних відведеннях можуть бути представлені зубцями різної полярності та величини. Це визначається проекцією відповідних моментних векторів на осі відведень. Іншими словами, залежно від положення електродів, зубці, що відображають початковий, головний і заклjučний етапи деполяризації шлуночків можуть мати різне спрямування і різну амплітуду.

При амплітуді зубця шлуночкового комплексу, що перевищує 5 мм, він позначається великою літерою. Якщо ж амплітуда зубця менше 5 мм – малою.

Зубцем Q позначається перший зубець шлуночкового комплексу, якщо він спрямований вниз. Таким чином, у шлуночкового комплексу може бути лише один зубець Q.

Зубець R – будь-який зубець шлуночкового комплексу, спрямований вгору від ізолінії, тобто позитивний. За наявності декількох позитивних зубців їх позначають відповідно як R, R', R" та ін.

Зубець S – негативний зубець, наступний за позитивним зубцем, тобто зубцем R. Зубців S також може бути декілька, і тоді вони позначаються як S", S" та ін.

Якщо шлуночковий комплекс представлений одним негативним зубцем (при відсутності зубця R), він позначається як QS.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМАЛЬНИХ ЗУБЦІВ ШЛУНОЧКОВОГО КОМПЛЕКСУ

Зубець Q може реєструватися у відведеннях I, II, III, aVL, aVF, aVR. Його наявність обов'язкова у відведеннях V4-V6. Наявність цього зубця у відведеннях V1-V3 є ознакою патології. Критерії нормального зубця Q: 1) тривалість не більше 0,03 с; 2) глибина не більше 25 % амплітуди зубця R в цьому ж відведенні (крім відведення aVR, де в нормі може реєструватися комплекс у вигляді QS або Qr).

Зубець R може бути відсутнім у відведеннях aVR, aVL (при вертикальному положенні електричної осі серця) і V1. При цьому шлуночковий комплекс набуває вигляду QS. Амплітуда зубця R не перевищує 20 мм у відведеннях від кінцівок і 25 мм у грудні відведення.

У практичній електрокардіографії нерідко велике значення має співвідношення амплітуд зубця R в різних відведеннях, ніж його абсолютна величина. Це пояснюється впливом екстракардіальних факторів на амплітудні характеристики ЕКГ (емфізема легенів, ожиріння). Співвідношення висоти зубців R у відведеннях від кінцівок визначається положенням електричної осі серця. У грудних відведеннях у нормі амплітуда зубця R поступово наростає від V1 до V4, де зазвичай реєструється його максимальна висота. Від V4 до V6 відбувається поступове зниження. Таким чином, динаміку амплітуди зубця R у грудних відведеннях можна описати формулою: $RV1 < rv2 < rv3 < RV5 > RV6 < rv2 < rv3$.

Зубець S – непостійний зубець шлуночкового комплексу. Максимальну амплітуду він має у відведенні V1 або V2 і поступово зменшується до відведенням V5-V6 (де в нормі може бути відсутнім). Співвідношення зубців S у грудних відведеннях представляє формула: $SV1 > SV3 > SV4 > SV5 > SV6$.

У відведеннях від кінцівок наявність і глибина цього зубця залежать від положення електричної осі серця і поворотів серця. Як правило, в цих відведеннях амплітуда зубця S не перевищує 5–6 мм. Ширина його – у межах 0,04 мм.

Описаній динаміці зубців R і S у грудних відведеннях відповідає поступове збільшення відношення амплітуд R/S від правих відведень, де воно <1,0, до лівих, в яких це відношення >1,0. Грудне відведення з рівними амплітудами зубців R і S (R/S = 1,0) називається перехідною зоною. Найчастіше у здорових людей це відведення V3.

Загальна тривалість комплексу QRS, що являє час внутрішньошлуночкової провідності, складає 0,07–0,1 с. Не менш важливим показником внутрішньошлуночкової провідності є час активації шлуночків або внутрішнє відхилення (intrinsicoid deflection) – ID. Воно характеризує час поширення збудження від ендокарда до епікарда стінки шлуночка, що знаходиться під електродом. Внутрішнє відхилення визначається для кожного шлуночка окремо. Для правого шлуночка цей показник (IDd) вимірюється у відведенні V1 за відстанню від початку шлуночкового комплексу до вершини зубця R (або вершини останнього зубця R при комплексі RSR"). У нормі IDd = 0,02–0,03 с. Внутрішнє відхилення для лівого шлуночка (IDs) оцінюють у відведенні V6 за відстанню від початку шлуночкового комплексу до вершини зубця R (або вершини останнього зубця R при його розщепленні). У нормі IDs = 0,04–0,05 с.

Сегмент ST – лінія від кінця шлуночкового комплексу до початку зубця T. Він відповідає періоду повного охоплення збудженням міокарда шлуночків. При цьому різниця потенціалів у серцевому м'язі відсутня, або дуже мала. Тому сегмент ST знаходиться на ізолінії, або трохи зміщений щодо неї.

У відведеннях від кінцівок і лівих грудних відведеннях у нормі зустрічається зміщення сегмента ST вниз і вгору від ізолінії на відстань не більше 0,5 мм. У правих грудних відведеннях допускається зміщення його вгору на 1,0–2,0 мм (особливо при високих зубцях T у цих же відведеннях). Зміщення вниз сегмента ST у лівих грудних відведеннях у нормі не буває.

Зубець T відображає процес швидкої кінцевої реполяризації міокарда шлуночків. Сумарний вектор реполяризації шлуночків, хвиля якої поширюється від субепікардіальних шарів до субендокардіальних, має той же напрям, що і головний моментний вектор деполаризації. У зв'язку з цим і полярність зубця T у більшості відведень збігається з полярністю головного зубця комплексу QRS.

Зубець TI, II, aVF, V3-V6 завжди позитивний, зубець TaVR завжди негативний. TIII може бути позитивним, двофазним і навіть негативним при горизонтальному положенні електричної осі серця. TaVL буває як позитивним, так і негативним – при вертикальному положенні осі серця. TV1 (рідше TV2) може бути як позитивним, двофазним, так і негативним. Він асиметричний, має згладжену вершину. Амплітуда зубця T у відведеннях V5-V6 складає 1/3–1/4 висоти зубця R у цих відведеннях. У відведеннях V4 (V3) вона може досягати 1/2 амплітуди зубця R. Зазвичай у відведеннях від кінцівок вона не перевищує 5–6 мм, у грудні відведення – 15–17 мм.

Інтервал QT – електрична систола серця. Цей показник вимірюється за відстанню від початку шлуночкового комплексу до кінця зубця T. Включаючи зубець T, систолічний показник значною мірою відображає

зміни фази реполяризації шлуночків, що мають безліч різних причин. На тривалість інтервалу QT впливають також частота серцевих скорочень і стать хворого, що враховується при його оцінці.

Систолічний показник оцінюється порівнянням фактичної величини з належною. Належну величину можна обчислити за формулою Базета: $QT = \kappa \times RR$, де κ – коефіцієнт, що дорівнює 0,37 для чоловіків і 0,40 для жінок; RR – тривалість одного серцевого циклу в секундах. Належну QT , відповідну даній частоті серцевих скорочень і статі пацієнта, можна встановити за спеціальною номограмою.

Інтервал QT вважається нормальним, якщо його фактична величина не перевищує належну більше, ніж на 0,04 с.

Зубець U. Єдиної думки щодо походження цього зубця ЕКГ немає. Появу його пов'язують із потенціалами, що виникають при розтягуванні міокарда шлуночків у період швидкого наповнення, з реполяризації сосочкових м'язів, волокон Пуркін'є. Це позитивний зубець невеликої амплітуди, який йде через 0,02–0,03 с за зубцем Т. Частіше його вдається зареєструвати у відведеннях II, III, V1-V4.

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ

Правильна інтерпретація ЕКГ вимагає суворого дотримання методики її аналізу, тобто проведення розшифровки за певною схемою. Аналізу ЕКГ повинна передувати перевірка правильності її реєстрації: відсутність перешкод, що викликають спотворення елементів кривої, відповідність амплітуди контрольного мілівольта 10 мм та ін. Попередньо слід також оцінити швидкість руху паперу при реєстрації ЕКГ. Для цього можна орієнтуватися на комплекс QRS: при швидкості протягування стрічки 50 мм/с ширина його становить близько 5 мм, при швидкості 25 мм/с – 2–3 мм.

Розшифровка ЕКГ включає в себе такі етапи:

I. Аналіз ритму серця і провідності.

II. Визначення положення електричної осі серця. Визначення поворотів серця.

III. Аналіз зубців і сегментів.

IV. Формулювання електрокардіографічного висновку.

I. *Аналіз ритму і провідності.* Цей етап складається з визначень джерела ритму, оцінки його регулярності та частоти, а також з'ясування функції провідності.

У нормі водієм (джерелом) ритму є синусовий (синатріальний) вузол. Нормальний синусовий ритм визначається за такими критеріями:

- 1) наявністю зубця Р, що передує кожному комплексу QRS;
- 2) нормальною для даного відведення та постійною формою зубця Р;
- 3) нормальної і стабільної тривалістю інтервалу PQ;

4) частотою ритму 60–90 за хвилину;

5) різницею в інтервалах RR (або P-P) не більше 0,15. Оцінка останнього критерію дозволяє визначити ритм як регулярний або нерегулярний. У разі нерегулярності ритму уточнюється її причина (синусова аритмія, екстрасистолія, фібриляція передсердь та ін.).

Для підрахунку частоти серцевих скорочень (ЧСС) при регулярному ритмі використовують формулу:

$ЧСС = 60/RR$, де 60 – кількість секунд у хвилині.

При нерегулярному ритмі можна записати ЕКГ в одному з відведень протягом 3–4 хв. На цьому відрізку підраховують кількість комплексів QRS за 3 хв і множать його на 20.

Щоб оцінити функцію провідності, проводять виміри наступних показників:

1) тривалість зубця Р (характеризує швидкість внутрішньопередсердного проведення);

2) інтервал PQ, який відображає стан атріовентрикулярної провідності;

3) комплекс QRS, що дає загальне уявлення про внутрішньошлуночкову провідність;

4) IDd і IDs, що дозволяють судити про поширення порушення відповідно в правому і лівому шлуночках.

Остаточний висновок щодо характеру порушення внутрішньошлуночкової провідності роблять після аналізу морфології шлуночкового комплексу.

II. Визначення положення електричної осі серця і поворотів серця.

Електрична вісь серця являє собою сумарний вектор деполяризації шлуночків, спроектований на горизонтальну площину. Положення її відповідає напрямку середнього (головного) сумарного моментного вектора.

У нормі положення електричної осі серця близьке до його анатомічної осі, тобто орієнтована справа наліво і зверху вниз. У здорових людей положення електричної осі серця може варіювати в певних межах залежно від положення серця в грудній клітці. Воно може змінюватися у зв'язку з поворотами навколо передньозадньої осі, при порушенні внутрішньошлуночкової провідності.

Зміни орієнтації головного моментного вектора (тобто положення електричної осі серця) у фронтальній площині призводять до змін проєкції його на осі відведень від кінцівок, розташованих у цій площині. У результаті в цих відведеннях змінюється морфологія шлуночкових комплексів, співвідношення амплітуд, складових їх зубців.

Положення електричної осі серця кількісно виражається кутом альфа, утвореним електричною віссю серця і позитивною половиною осі I стандартного відведення, зміщеною в електричний центр серця (центр трикутника Ейнтховен). Позитивна половина осі I відведення приймається за

вихідну позицію (0°) системи координат для визначення кута альфа. Негативний полюс цього відведення відповідає $\pm 180^\circ$. Перпендикуляр, проведений до осі I відведення, відповідає осі відведення aVF. Позитивний полюс його звернений вниз і позначається як $+90^\circ$, негативний спрямований вгору і відповідає -90° .

У нормі кут альфа може варіювати від 0 до $+90^\circ$. При цьому виділяють наступні варіанти положення електричної осі:

– нормальне – кут альфа від $+30$ до $+69^\circ$;

– вертикальне – кут альфа від $+70$ до $+90^\circ$, зустрічається в осіб астенічної конституції, особливо часто у молодих, при схудненні, низькому стоянні діафрагми;

– горизонтальне – кут альфа від $+29$ до 0° , спостерігається при гіперстенічній конституції, при ожирінні, високому стоянні діафрагми.

При патології електрична вісь серця може відхилитися за межі сектора, розташованого між 0 і $+90^\circ$. Можливі такі варіанти:

– відхилення електричної осі серця вліво – кут альфа $<0^\circ$, тобто знаходиться в області негативних значень (наприклад, при повній блокаді лівої ніжки пучка Гіса);

– відхилення електричної осі серця вправо – кут альфа $\geq +90^\circ$ (зустрічається при повній блокаді правої ніжки пучка Гіса).

Існує кілька способів визначення величини кута альфа. Можлива побудова його графічним способом у трикутнику Ейнтховена із наступним виміром. Цей спосіб малоприйнятний у зв'язку з великою трудомісткістю.

Величину кута альфа можна визначити за спеціальними таблицями, використовуючи алгебраїчні суми шлуночкового комплексу в I і III відведеннях. При цьому виходять із того, що алгебраїчна сума зубців комплексу QRS у кожному з відведень фактично являє собою проекцію шуканої електричної осі серця на вісь відповідного відведення.

Більш часто використовується візуальне визначення кута альфа. З цією метою аналізується стан електричної осі серця в шестиосьовій системі координат Бейлі, де кут між поруч розташованими осями дорівнює 30° . Для застосування цього способу необхідно чітко уявлення про взаємне розташування осей всіх відведень від кінцівок і їх полярності. Метод заснований на двох принципових положеннях:

1) алгебраїчна сума зубців комплексу QRS має максимальне позитивне значення в тому відведенні, вісь якого близька до положення електричної осі серця;

2) алгебраїчна сума зубців комплексу QRS має нульове значення в тому відведенні, вісь якого перпендикулярна електричній осі серця.

Візуальний спосіб дозволяє визначити кут альфа з точністю до 150 .

Орієнтовне уявлення про стан електричної осі серця можна отримати шляхом візуального аналізу морфології шлуночкового комплексу

в трьох стандартних відведеннях (співвідношення амплітуд зубців R і S): при нормальному положенні електричної осі серця – $R_{II} > R_I > R_{III}$; при відхиленні електричної осі серця вліво – $R_I > R_{II} > R_{III}$ і $S_{III} > R_{III}$; при відхиленні вправо – $R_{III} > R_{II} > R_I$ і $S_I > R_I$.

ЕКГ дає можливість судити про повороти серця навколо 3 умовних осей: передньозадньої, поздовжньої і поперечної. Повороти серця навколо передньозадньої осі у фронтальній площині визначається за зміною положення електричної осі серця, про що сказано вище.

Іноді у здорових людей можна встановити повороти серця навколо його поперечної осі. Їх позначають як повороти верхівкою допереду або вкінці. Поворот верхівкою допереду розпізнається за появою або збільшенням глибини зубців qI, II, III. При повороті верхівкою дозаду з'являються або поглиблюються зубці SI, II, III. В останньому випадку положення електричної осі серця у фронтальній площині не розглядається.

Повороти серця навколо поздовжньої осі, умовно проведеної від основи до верхівки, змінюють положення правих і лівих відділів відносно передньої грудної стінки. При повороті лівим шлуночком допереду (проти годинникової стрілки) в грудних відведеннях відзначається зміщення перехідної зони вправо, у відведення V2 або V1. Одночасно з'являються або поглиблюються зубці qI і SIII. При повороті правим шлуночком допереду (за годинниковою стрілкою) в грудних відведеннях перехідна зона зміщується вліво, у відведення V4-V6. З'являються чи поглиблюються SI і qIII. У нормі ці повороти не зустрічаються.

III. Аналіз зубців і сегментів проводиться в певній послідовності: зубець P, комплекс QRS і складові його зубці, сегмент ST, зубці T і U. Він включає амплітудні характеристики, часові показники (зокрема, тривалість зубця Q, тривалість електричної систоли, інші ж, в основному, визначаються на I етапі аналізу ЕКГ), аналіз форми зубців та їх полярності, аналіз морфології шлуночкового комплексу та співвідношення амплітуд зубців у різних відведеннях.

IV. Формулювання електрокардіографічного висновку повинно містити такі відомості:

- 1) джерело ритму серця, його регулярність, частота;
- 2) положення електричної осі серця;
- 3) наявність порушень ритму серця і провідності;
- 4) наявність гіпертрофії камер серця;
- 5) наявність змін міокарда вогнищевого або дифузного характеру (ішемія, ушкодження, некроз, електролітні порушення та ін.).

Приклад електрокардіографічного висновку за відсутності патологічних змін: ритм синусовий, регулярний, із частотою 72 за хвилину. Вертикальне положення електричної осі серця. ЕКГ без відхилень від норми.

ЕКГ ПРИ ГІПЕРТРОФІЇ ВІДДІЛІВ СЕРЦЯ

Гіпертрофія міокарда – це збільшення м'язової маси відділів серця, що проявляється збільшенням тривалості її порушення і відбивається зміною деполяризації і реполяризації. Зміни деполяризації виражаються у збільшенні амплітуди і тривалості відповідних елементів (Р або QRS). Зміни реполяризації вторинні й пов'язані з подовженням процесу деполяризації. У результаті змінюється напрямок хвилі реполяризації (поява негативного Т). Крім того, зміни реполяризації відображають дистрофічні зміни в міокарді гіпертрофованого відділу.

1. Гіпертрофія шлуночків.

Для гіпертрофії шлуночків виявляються загальні ЕКГ-критерії:

- збільшення вольтажу комплексу QRS;
- розширення комплексу QRS;
- відхилення електричної осі комплексу QRS;
- подовження часу внутрішнього відхилення (ВВО) у відведенні V1 для правого шлуночка і в V4-5 для лівого шлуночка (дана група змін пов'язана зі змінами процесу деполяризації);
- зміна сегмента ST і зубця Т унаслідок порушення процесів реполяризації в гіпертрофованому міокарді.

1.1. Гіпертрофія лівого шлуночка.

При гіпертрофії лівого шлуночка збільшується його ЕРС, що виликає ще більше, ніж у нормі переважання векторів лівого шлуночка над правим, при цьому результуючий вектор відхиляється вліво і назад, у бік гіпертрофованого лівого шлуночка.

ЕКГ-ознаки:

- горизонтальне положення електричної осі серця або відхилення вліво;

– $RV5-V6 > RV4 > 25$ мм.

– $RV5+SV1 > 35$ мм;

– час внутрішнього відхилення лівого шлуночка в V5-V6 $> 0,05$ с;

– збільшення зубця qV5-V6, але не більше $1/4R$ у даному відведенні;

– $RI+SIII > 25$ мм;

– залежно від положення електричної осі серця $RII > 18$ мм, $RI > 16$ мм,

$RaVF > 20$ мм, $RaVL > 11$ мм;

– зміна кінцевої частини шлуночкового комплексу в лівих грудних відведеннях (косонизхідне зміщення ST вниз, негативний Т, несиметричний у V5-6, зниження амплітуди зубця Т ($T < 1/10RV5-6$);

– зміщення перехідної зони вправо (поворот лівим шлуночком допереду), гіпертрофії лівого шлуночка, що далеко зайшла, перехідна зона зміщується вліво зі швидким переходом глибокого S у високий R (вузька перехідна зона); гіпертрофія лівого шлуночка спостерігається при недостатності мітрального клапана, аортальних вадах, артеріальній гіпертензії і входить у синдром навантаження на ліві відділи серця.

1.2. Гіпертрофія правого шлуночка.

Діагностика гіпертрофії правого шлуночка складна, тому що маса лівого шлуночка значно більше, ніж правого. Виділяють кілька варіантів гіпертрофії правого шлуночка. Перший (так званий R-тип змін) – різко виражена гіпертрофія, коли маса правого шлуночка більше маси лівого. При цьому варіанті рееструються прямі ознаки гіпертрофії правого шлуночка.

- зубець $RV1 > 7$ мм;
- зубець $SV1 < 2$ мм;
- відношення зубців $RV1/SV1 > 1$;
- $RV1 + SV5 > 10,5$ мм;
- час внутрішнього відхилення правого шлуночка (відведення $V1$) $> 0,03 - 0,05$ с;
- відхилення електричної осі серця вправо (кут альфа > 1100);
- ознаки перевантаження правого шлуночка з реполяризаційними змінами у відведеннях $V1-2$ (зниження сегмента ST, негативний $TV1-2$).

Даний тип гіпертрофії частіше зустрічається у хворих зі вродженими вадами серця і пов'язаний із довгостроково існуючим навантаженням на праві відділи серця.

Другий варіант ЕКГ змін виявляється у формуванні картини неповної блокади правої ніжки пучка Гіса. ЕКГ-ознаки неповної блокади правої ніжки пучка Гіса були викладені вище.

Третій варіант гіпертрофії правого шлуночка (S-тип змін) спостерігається частіше при хронічній легеневої патології.

ЕКГ-ознаки:

- поворот правим шлуночком допереду навколо поздовжньої осі, перехідна зона $V5-6$;
- поворот навколо поперечної осі верхівкою серця дозаду (вісь типу SI-SII-SIII);
- відхилення електричної осі серця вправо (кут альфа > 1100);
- збільшення термінального зубця R у відведенні $aVR > 5$ мм, при цьому він може стати головним зубцем;
- у грудних відведеннях комплекс rS спостерігається від $V1$ до $V6$, при цьому $SV5 > 5$ мм.

1.3. Поєднана гіпертрофія обох шлуночків.

Діагностика поєднаної гіпертрофії шлуночків важка і часто неможлива, тому що протилежні вектори ЕРС взаємно компенсуються і можуть нівелювати характерні ознаки гіпертрофії шлуночків.

2. Гіпертрофія передсердь.

2.1. Гіпертрофія лівого передсердя.

При гіпертрофії лівого передсердя збільшується його ЕРС, що викликає відхилення результуючого вектора зубця P вліво і назад.

ЕКГ-ознаки:

- збільшення ширини зубця РІ більш 0,10–0,12 с;
- відхилення електричної осі зубця Р вліво, при цьому РІ>РІІ>РІІІ;
- деформація зубця Р у відведеннях I, II, aVL у вигляді хвилі, що набігає з відстанню між вершинами більше 0,02 с;
- у першому грудному відведенні збільшується негативна фаза зубця Р, яка стає глибше 1 мм і триваліше 0,06 с.

Передсердний комплекс при гіпертрофії лівого передсердя називають "P-mitrale", найбільш часто він спостерігається у хворих із ревматичним мітральним стенозом і недостатністю мітрального клапана, рідше – при гіпертонічній хворобі, кардіосклерозі.

2.2. Гіпертрофія правого передсердя.

При гіпертрофії правого передсердя збільшується його ЕРС, що відображається на ЕКГ у вигляді збільшення амплітудних і часових параметрів. Результуючий вектор деполаризації передсердь відхиляється вниз і вперед.

ЕКГ-ознаки:

- високий гострий ("готичної форми) зубець Р у II, III, aVF відведеннях;
- висота зубця в II стандартному відведенні >2–2,5 мм;
- ширина його може бути збільшена до 0,11 с;
- електрична вісь зубця Р відхилена вправо – РІІІ>РІІ>РІ. У відведенні V1 зубець Р стає високим, загостреним, рівностороннім або зареєстровано двофазним із різким переважанням першої позитивної фази.

Типові зміни при гіпертрофії правого передсердя називають "P-pulmonale", тому що вони нерідко реєструються у хворих із хронічними захворюваннями легенів, при тромбоемболіях у системі легеневої артерії, хронічному легеневому серці, вроджених вадах серця. Поява даних змін після гострих ситуацій зі швидкою зворотною динамікою позначають як перевантаження передсердь.

2.3. Гіпертрофія обох передсердь.

На ЕКГ при гіпертрофії обох передсердь реєструються ознаки гіпертрофії лівого (розщеплені й розширені зубці РІ, II, aVL, V5-V6) і правого передсердя (високі загострені РІІІ, aVF). Найбільші зміни виявляються в першому грудному відведенні. Передсердний комплекс на ЕКГ у V1 двофазний із високою, гостроверхою позитивною і глибокою розширеною негативною фазою.

ЕКГ ПРИ ВОГНИЩЕВИХ УРАЖЕННЯХ МІОКАРДА

Під вогнищевим ураженням міокарда мається на увазі локальне порушення кровообігу в певній ділянці серцевого м'яза з порушенням процесів деполяризації і реполяризації і проявляється синдромами ішемії, пошкодження і некрозу.

1. Синдром ішемії міокарда.

Виникнення ішемії призводить до подовження потенціалу дії міокардіальних клітин. У результаті цього подовжується кінцева фаза реполяризації, відображенням якої є зубець Т. Характер змін залежить від розташування вогнища ішемії та позиції активного електрода. Локальні порушення коронарного кровообігу можуть проявлятися прямими ознаками (якщо активний електрод звернений до вогнища ураження) і реципрокними ознаками (активний електрод розташований в протилежній частині електричного поля).

При субендокардіальній ішемії подовження потенціалу дії призводить до зміни послідовності реполяризації; вектор реполяризації при цьому буде орієнтований від ендокарда до епікарда. Зміну напрямку реполяризації викликатиме пряма субепікардіальна ознака – поява негативного, загостреного симетричного зубця Т.

Наявність вогнища ішемії в субендокардіальних шарах, подовжуючи тривалість потенціалу дії, не викликає зміни послідовності реполяризації. Вектор реполяризації спрямований, як і в нормі, від ендокарда до епікарда, проте подовження потенціалу дії призводить до наростання амплітуди і тривалості позитивного зубця Т, який стає загостреним, рівностороннім.

При прогресуванні процесу ішемія переходить у так зване пошкодження, що характеризується гіподеполяризацією (появою в зоні ушкодження значно меншого, ніж у непошкодженій ділянці, негативного потенціалу). Різниця потенціалів, що виникла в результаті цього, викличе утворення "струму ушкодження", спрямованого від здорової зони до зони ушкодження.

При субепікардіальному пошкодженні вектор спрямований від ендокарда до епікарда (до активного електрода), що викличе підйом сегмента ST вище за ізолінію.

Трансмуральне пошкодження проявляє себе аналогічними, але особливо різкими зрушеннями сегмента ST.

При субендокардіальному пошкодженні вектор спрямований від епікарда до ендокарда (від активного електрода). Це призводить до зміщення сегмента ST вниз.

Пошкодження м'язових волокон не може тривати довго. При покращенні кровообігу пошкодження переходить в ішемію. При тривалому пошкодженні м'язові волокна гинуть, розвивається некроз.

Некроз проявляється зменшенням або зникненням векторів деполяризації постраждалої стінки і переважанням векторів протилежні.

На ЕКГ некроз відбивається змінами комплексу QRS. При трансмуральному (наскрізному) некрозі зникають всі позитивні відхилення під активним електродом. На ЕКГ це проявляється комплексом QS. Якщо некроз захоплює частину стінки (частіше біля ендокарда), прямою ознакою некрозу буде комплекс QR або Qr, де зубець r (R) відображає процес збудження збережених порушенням шарів, а Q відображає випадання векторів зони некрозу.

При розвитку обмежених вогнищ некрозу в товщі міокарда зміни можуть висловитися лише в зниженні амплітуди зубця R.

Одночасна наявність зони некрозу, пошкодження та ішемія найчастіше обумовлені виникненням інфаркту міокарда, причому динаміка їх взаємного поєднання дозволяє виділити ознаки 3 стадій: гострої, підгострої та рубцевої.

У гострій стадії, яка триває 2–3 тижні, виділяють дві підстадії. Перша (стадія ішемії) триває від декількох годин до 3 діб), виявляється появою спочатку ішемії (частіше субендокардіальної) з переходом в ушкодження, що супроводжується підйомом сегмента ST, аж до злиття з зубцем T (монофазна крива). У другій фазі гострої стадії зона ушкодження частково трансформується в зону некрозу (з'являється глибокий зубець Q, аж до комплексу QT), частково, по периферії – в зону пошуку (з'являється негативний зубець T). Поступове зниження сегмента ST до ізолінії відбувається паралельно з поглибленням негативних зубців T.

Ізоелектричне положення сегмента ST із наявністю глибокого коронарного негативного зубця T відображає перехід у підгостру стадію, яка триває до 3 тиж і характеризується зворотним розвитком комплексу QRS, особливо, зубця T, при стабільному розташуванні на ізолінії сегмента ST.

Рубцева стадія характеризується стабільністю ЕКГ-ознак, які збереглися до кінця підгострого періоду. Найбільш постійні прояви – патологічний зубець Q та зменшений за амплітудою R.

Топічна діагностика вогнищевих змін в міокарді.

Залежно від локалізації вогнища ураження розрізняють інфаркти передньої, бічної і задньої стінок (останній у свою чергу підрозділяється на задньодіафрагмальний (або нижній) і задньобазальний (високий задній).

ЕКГ ПРИ ПОРУШЕННЯХ РИТМУ ТА ПРОВІДНОСТІ СЕРЦЯ

Під *аритмією* розуміють будь-який серцевий ритм, що відрізняється від нормального синусового частотою, регулярністю та джерелом порушення серця, а також порушенням зв'язку або послідовності між активацією передсердь і шлуночків.

Синдром порушення ритму серця є складовою частиною синдрому ураження серцевого м'яза і обумовлює його окремі клінічні прояви.

За даними сучасної електрофізіології, синдром порушення ритму серця проявляється порушенням утворення імпульсу, порушенням проведення імпульсу і комбінацією цих порушень.

1. Синдром порушення утворення імпульсу.

Цей синдром складається з наступних симптомів: синусова тахікардія, синусова брадикардія, синусова аритмія. Він також включає в себе синдром слабкості синусового вузла, симптом екстрасистолії, пароксизмальної тахікардії та ін.

1.1. Синусова тахікардія.

Синусовою тахікардією називається збільшення ЧСС від 90 до 140–160 за хвилину при збереженні правильного синусового ритму.

В основі її лежить підвищення автоматизму основного водія ритму – синоатріального вузла. Причинами синусової тахікардії можуть бути різні ендогенні та екзогенні впливи: фізичне навантаження і розумове напруження, емоції, інфекція і лихоманка, анемія, гіповолемія та гіпотензія, дихальна гіпоксемія, ацидоз і гіпоглікемія, ішемія міокарда, гормональні порушення (тиреотоксикоз), медикаментозні впливи (симпатоміметики). Синусова тахікардія може бути першою ознакою серцевої недостатності. При синусовій тахікардії електричні імпульси звичайним шляхом проводяться по передсердям і шлуночкам.

ЕКГ-ознаки:

- зубець Р синусового походження (позитивний у I, II, aVF, V4-6, негативний в aVR);
- скорочення інтервалів P-P порівняно з нормою;
- розходження між інтервалами P-P не перевищує 0,15 с;
- правильне чергування зубця Р і комплексу QRS у всіх циклах;
- наявність незміненого комплексу QRS.

1.2. Синусова брадикардія.

Синусовою брадикардією називається зменшення ЧСС до 59–40 за хвилину при збереженні правильного синусового ритму.

Синусова брадикардія обумовлена зниженням автоматизму синоатріального вузла. Основною причиною синусової брадикардії є підвищення тону блукаючого нерва. У нормі часто зустрічається у спортсменів, однак, може зустрічатися і при різних захворюваннях (мікседема, ішемічна

хвороба серця тощо). ЕКГ при синусовій брадикардії мало чим відрізняється від нормальної, за винятком більш рідкого ритму.

ЕКГ-ознаки:

– зубець Р синусового походження (позитивний у I, II, aVF, V4-6, негативний в aVR);

– подовження інтервалів P-P порівняно з нормою;

– розходження між інтервалами P-P не перевищує 0,15 с;

– правильне чергування зубця Р і комплексу QRS у всіх циклах;

– наявність незміненого комплексу QRS.

1.3. Синусова аритмія.

Синусовою аритмією називається неправильний синусовий ритм, який характеризується періодами поступового почастишання і порідшання ритму.

Синусова аритмія обумовлена нерегулярним утворенням імпульсів у синоатріальному вузлі, викликаним дисбалансом вегетативної нервової системи з вираженим переважанням її парасимпатичного відділу. Найчастіше зустрічається дихальна синусова аритмія, при якій ЧСС збільшується на вдиху і зменшується на видиху.

ЕКГ-ознаки:

– зубець Р синусового походження (позитивний в I, II, aVF, V4-6, негативний в aVR);

– розходження між інтервалами P-P перевищує 0,15 с;

– правильне чергування зубця Р і комплексу QRS у всіх циклах;

– наявність незміненого комплексу QRS.

1.4. Синдром слабкості синусового вузла – це поєднання електрокардіографічних ознак, що відображають структурні пошкодження синусового вузла, його нездатність нормально виконувати функцію водія ритму серця і (або) забезпечувати регулярне проведення автоматичних імпульсів до передсердя.

Найчастіше він спостерігається при захворюваннях серця, які призводять до розвитку ішемії, дистрофії, некрозу або фіброзу в ділянці синоатріального вузла.

ЕКГ-ознаки:

– постійна синусова брадикардія (*див. вище*) з частотою менше 45–50 за хвилину (характерно, що при пробі з дозованим фізичним навантаженням або після введення атропіну відсутнє адекватне почастишання серцевих скорочень);

– зупинка або відмова синоатріального вузла, тривала або короткочасна (синусовим паузи більше 2–2,5 с);

– повторювана синоатріальна блокада;

– повторні чергування синусової брадикардії (тривалих пауз більше 2,5–3 с) із пароксизмами фібриляції (тріпотіння) передсердь або передсердної тахікардії (синдром брадикардії-тахікардії).

1.5. Симптом екстрасистолії.

Екстрасистолія – передчасне збудження серця, обумовлене механізмом повторного входу хвилі збудження або підвищеною осциляторною активністю клітинних мембран, що виникають у синусовому вузлі, передсердях, АВ-з'єднанні або в різних ділянках провідної системи шлуночків.

Перш, ніж розпочати викладання електрокардіографічних критеріїв окремих форм екстрасистолії, коротко зупинимося на деяких загальних поняттях і термінах, які використовуються при описі екстрасистол.

Інтервал зчеплення – відстань від чергового циклу P-QRST основного ритму, що попереду екстрасистоли, до екстрасистоли. При передсердній екстрасистолії інтервал зчеплення вимірюється від початку зубця P, що передує екстрасистолі циклу, до початку зубця P екстрасистоли, при екстрасистолії з АВ-з'єднання або шлуночкової – від початку комплексу QRS, що передує екстрасистолі, до початку комплексу QRS екстрасистоли.

Компенсаторна пауза – це відстань від екстрасистоли до наступного за нею циклу P-QRST основного ритму.

Якщо сума інтервалу зчеплення і компенсаторної паузи менше тривалості двох інтервалів RR основного ритму, то говорять про неповну компенсаторну паузу. При повній компенсаторній паузі ця сума дорівнює двом інтервалам основного ритму. Якщо екстрасистола вклинюється між двома основними комплексами без постекстрасистолічної паузи, то говорять про вставну екстрасистола.

Ранні екстрасистоли – це такі, початкова частина яких нашаровується на зубець T циклу P-QRST основного ритму, що передує екстрасистолі, або відстоїть від кінця зубця T цього комплексу не більше, ніж на 0,04 с.

Екстрасистоли можуть бути одиничними, парними та груповими, монотопними – ті, що виходять із одного ектопічного джерела, й політопними – ті, що зумовлені функціонуванням декількох ектопічних вогнищ утворення екстрасистоли. В останньому випадку реєструються такі, що відрізняються один від одного за формою екстрасистолічних комплексів із різними інтервалами зчеплення.

Алоритмія – правильне чергування екстрасистол із нормальними синусовими циклами. Якщо екстрасистоли повторюються після кожного нормального синусового комплексу, говорять про бігемінію. Якщо за кожними двома нормальними циклами P-QRST йде одна екстрасистола, то говорять про тригемінію та ін.

Симптом екстрасистолії є складовою частиною синдрому порушення утворення імпульсу і проявляється передсердною екстрасистолією, екстрасистолією з ділянки АВ-з'єднання і шлуночкової екстрасистолії.

1.5.1. Передсердна екстрасистолія.

Передсердна екстрасистолія – це передчасне збудження серця, що виникає під впливом імпульсів, які виходять із різних ділянок провідної системи передсердь.

ЕКГ-ознаки:

- передчасне поява зубця Р "і наступного за ним комплексу QRST;
- відстань від зубця Р "до комплексу QRST – від 0,08 до 0,12 с;
- деформація і зміна полярності зубця Р "екстрасистоли;
- наявність незміненого екстрасистолічного шлуночкового комплексу QRST;
- неповна компенсаторна пауза.

У деяких випадках ранній передсердний екстрасистолічний імпульс зовсім не проводиться до шлуночків, тому що АВ-вузол у стані абсолютної рефрактерності. На ЕКГ при цьому фіксується передчасний екстрасистолічний зубець Р ", після якого відсутній комплекс QRS. У цьому випадку мова йде про блоковану передсердну екстрасистолу.

1.5.2. Екстрасистолія з АВ-з'єднання.

Екстрасистолія з АВ-з'єднання – це передчасне збудження серця, що виникає під впливом імпульсів, що виходять з атріовентрикулярного з'єднання. Ектопічний імпульс, що виникає в АВ-з'єднанні, поширюється у двох напрямках: зверху вниз по провідній системі до шлуночків (у зв'язку з цим шлуночковий комплекс екстрасистоли не відрізняється від шлуночкових комплексів синусового походження) і ретроградно знизу вгору по АВ-вузлу і передсердям, що призводить до формування негативних зубців Р".

ЕКГ-ознаки:

- передчасна поява на ЕКГ незміненого шлуночкового комплексу QRS";
- негативний зубець Р" у відведеннях II, III і aVF після екстрасистолічного комплексу QRS" (якщо ектопічний імпульс швидше досягає шлуночків, ніж передсердь) або відсутність зубця Р" (при одночасному порушенні передсердь і шлуночків – злиття Р" і QRS");
- неповна або повна компенсаторна пауза.

1.5.3. Симптом шлуночкової екстрасистолії.

Шлуночкова екстрасистолія – це передчасне збудження серця, що виникає під впливом імпульсів, які виходять з різних ділянок провідної системи шлуночків.

ЕКГ-ознаки:

- передчасна позачергова поява на ЕКГ зміненого шлуночкового комплексу QRS";
- значне розширення і деформація екстрасистолічного комплексу QRS";

- розташування сегмента S (R)-T" і зубця T" екстрасистоли дискордантно напрямку основного зубця комплексу QRS";
- відсутність передшлуночкової екстрасистоли зубця P;
- наявність післяшлуночкової екстрасистоли повної компенсаторної паузи.

1.6. Пароксизмальна тахікардія.

Пароксизмальна тахікардія – це напад почастищення серцевих скорочень до 140–250 за хвилину, що раптово починається і так само раптово закінчується при збереженні в більшості випадків правильного регулярно ритму. Ці минущі напади можуть бути нестійкими тривалістю менше 30 с і стійкими тривалістю 30 с.

Важливою ознакою пароксизмальної тахікардії є збереження протягом всього пароксизму (крім перших декількох циклів) правильного ритму і постійної частоти серцевих скорочень, яка на відміну від синусової тахікардії не змінюється після фізичного навантаження, емоційного напруження або після ін'єкції атропіну.

У даний час виділяють два основних механізми пароксизмальних тахікардій:

- 1) механізм повторного входу хвилі збудження (re-entry);
- 2) підвищення автоматизму клітин провідної системи серця – ектопічних центрів II і III порядку.

Залежно від локалізації ектопічного центру підвищеного автоматизму або постійно циркулюючої поворотної хвилі збудження (re-entry) виділяють передсердну, атріовентрикулярну і шлуночкову форми пароксизмальної тахікардії. Оскільки при передсердній і атріовентрикулярній пароксизмальній тахікардії хвиля збудження поширюється по шлуночкам звичайним шляхом, шлуночкові комплекси в більшості випадків не змінені. Основними відмітними ознаками передсердної і атріовентрикулярної форм пароксизмальної тахікардії, що виявляються на поверхневій ЕКГ, є різна форма і полярність зубців P", а також їх розташування відносно шлуночкового комплексу QRS. Однак дуже часто на ЕКГ, що зареєстрована в момент нападу, на тлі різко вираженої тахікардії виявити зубець P не вдається. Тому в практичній електрокардіології передсердну і атріовентрикулярну форми пароксизмальної тахікардії часто об'єднують поняттям надшлуночкова (суправентрикулярна) пароксизмальна тахікардія, тим більше, що медикаментозне лікування обох форм багато в чому схоже (застосовуються одні й ті ж препарати).

1.6.1. Суправентрикулярна пароксизмальна тахікардія.

ЕКГ-ознаки:

- раптово починається і так само раптово закінчується напад почастішання серцевих скорочень до 140–250 за хвилину при збереженні правильного ритму;
- нормальні незмінні шлуночкові комплекси QRS, схожі на комплекси QRS, реєструються до нападу пароксизмальної тахікардії;
- відсутність зубця Р" на ЕКГ або наявність його перед або після кожного комплексу QRS.

1.6.2. Шлуночкова пароксизмальна тахікардія.

При шлуночкової пароксизмальної тахікардії джерелом ектопічних імпульсів є скорочувальний міокард шлуночків, пучок Гіса або волокна Пуркіньє. На відміну від інших тахікардій, шлуночкова тахікардія має гірший прогноз у зв'язку зі схильністю переходити у фібриляцію шлуночків або викликати тяжкі порушення кровообігу. Як правило, шлуночкова пароксизмальна тахікардія розвивається на тлі значних органічних змін серцевого м'яза.

На відміну від суправентрикулярної пароксизмальної тахікардії при шлуночкової тахікардії хід порушення по шлуночкам різко порушений: ектопічний імпульс спочатку збуджує один шлуночок, а потім із великим запізненням переходить на інший і розповсюджується по НЕПу незвичайним шляхом. Усі ці зміни нагадують такі при шлуночкової екстрасистоїї, а також при блокадах ніжок пучка Гіса.

Важливою електрокардіографічною ознакою шлуночкової пароксизмальної тахікардії є так звана передсердно-шлуночкова дисоціація, тобто повна роз'єднаність у діяльності передсердь і шлуночків. Ектопічні імпульси, що виникають у шлуночках, не проводяться ретроградно до передсердя і останні збуджуються звичайним шляхом завдяки імпульсам, що виникають у синоатріальному вузлі. У більшості випадків хвиля збудження не проводиться від передсердь до шлуночків, оскільки атріовентрикулярний вузол знаходиться в стані рефрактерності (вплив частих імпульсів зі шлуночків).

ЕКГ-ознаки:

- раптово починається і так само раптово закінчується напад почастішання серцевих скорочень до 140–250 за хвилину при збереженні в більшості випадків правильного ритму;
- деформація і розширення комплексу QRS більше 0,12 с із дискордантним розташуванням сегмента RS-T і зубця Т;
- наявність атріовентрикулярної дисоціації, тобто повного роз'єднання частого ритму шлуночків (комплексу QRS) і нормального ритму передсердь (зубець Р), що зрідка реєструються поодинокими нормальними незмінними комплексами QRST синусового походження ("захоплені" скорочення шлуночків).

2. Синдром порушення проведення імпульсу.

Уповільнення або повне припинення проведення електричного імпульсу по якомусь відділу провідної системи отримало назву блокади серця. Так само як і синдром порушення утворення імпульсу даний синдром входить до синдром порушення ритму серця.

Синдром порушення проведення імпульсу включає в себе атріовентрикулярні блокади, блокади правої і лівої ніжок пучка Гіса, а також порушення внутрішньошлуночкової провідності.

За своїм генезом блокади серця можуть бути функціональними (вагусні) – у спортсменів, молодих людей із вегетативною дистонією, на тлі синусової брадикардії та в інших подібних випадках; вони зникають при фізичному навантаженні або внутрішньовенному введенні 0,5–1,0 мг атропіну сульфату. Другий різновид блокади – органічна, яка має місце при синдромі ураження м'яза серця. У деяких випадках (міокардит, гострий інфаркт міокарда) вона з'являється в гострому періоді й минає після лікування, в більшості випадків така блокада стає постійною (кардіосклероз).

2.1. Атріовентрикулярні блокади.

Атріовентрикулярна блокада – це часткове або повне порушення проведення електричного імпульсу від передсердь до шлуночків. Атріовентрикулярні блокади класифікують на основі декількох принципів. По-перше, враховують їх стійкість; відповідно, атріовентрикулярні блокади можуть бути: а) гострими, минущими; б) переміжними, транзиторними; в) хронічними, постійними. По-друге, визначають тяжкість або ступінь атріовентрикулярної блокади. У зв'язку з цим виділяють атріовентрикулярну блокаду I ступеня, II ступеня типів I і II та III ступеня (повну). По-третє, передбачається визначення місця блокування, тобто топографічний рівень атріовентрикулярної блокади. При порушенні проведення на рівні передсердь атріовентрикулярного вузла або основного стовбура пучка Гіса говорять про проксимальну атріовентрикулярну блокаду. Якщо затримка проведення імпульсу відбулася одночасно на рівні всіх трьох гілок пучка Гіса (так звана трипучкова блокада), це свідчить про дистальну атріовентрикулярну блокаду. Найчастіше порушення проведення збудження відбувається в ділянці атріовентрикулярного вузла, коли розвивається вузлова проксимальна атріовентрикулярна блокада.

2.1.1. Атріовентрикулярна блокада I ступеня.

Цей симптом проявляється уповільненням проведення імпульсу від передсердь до шлуночків, що проявляється подовженням інтервалу Pq (R).

ЕКГ-ознаки:

- правильне чергування зубця P і комплексу QRS у всіх циклах;
- інтервал P-q (R) більше 0,20 с;
- нормальна форма і тривалість комплексу QRS.

2.1.2. Атріовентрикулярна блокада II ступеня – це періодично виникає припинення проведення окремих імпульсів від передсердь до шлуночків.

Розрізняють два основних типи атріовентрикулярної блокади II ступеня – тип Мобітц I (з періодами Самойлова-Венкебаха) і тип Мобітц II.

Тип Мобітц I.

ЕКГ-ознаки:

- однакові за тривалістю інтервали P-P;
- поступове від циклу до циклу подовження інтервалу Pq (R) з наступним випаданням шлуночкового комплексу QRST;
- після випадання шлуночкового комплексу на ЕКГ знову реєструється нормальний або подовжений інтервал Pq (R), потім весь цикл повторюється;
- тривалі паузи, що дорівнюють подвоєному інтервалу P-P.

Періоди поступового збільшення інтервалу Pq (R) з наступним випаданням шлуночкового комплексу називаються періодами Самойлова-Венкебаха.

Тип Мобітц II.

ЕКГ-ознаки:

- однакові за тривалістю інтервали P-P;
- відсутність прогресуючого подовження інтервалу Pq (R) перед блокуванням імпульсу – стабільність інтервалу Pq (R);
- випадання одиночних шлуночкових комплексів;
- тривалі паузи, що дорівнюють подвоєному інтервалу P-P.

2.1.3. Атріовентрикулярна блокада III ступеня (повна атріовентрикулярна блокада) – це повне припинення проведення імпульсу від передсердь до шлуночків, в результаті чого передсердя і шлуночки збуджуються і скорочуються незалежно один від одного.

ЕКГ-ознаки:

- відсутність взаємозв'язку між зубцями P і шлуночковими комплексами;
- інтервали PP і RR постійні, але RR завжди більше, ніж P-P;
- кількість шлуночкових скорочень менше 60 за хвилину;
- періодичні нашарування зубців P на комплекс QRS і зубці T і деформація останніх.

Якщо атріовентрикулярні блокади I і II ступеня (тип Мобітц I) можуть бути функціональними, то атріовентрикулярні блокади II ступеня (тип Мобітц II) і III ступеня розвиваються на тлі виражених органічних змін міокарда і мають гірший прогноз.

2.2. Блокада ніжок пучка Гіса.

Блокада ніжок і гілок пучка Гіса – це уповільнення або повне припинення проведення збудження по одній, двом або трьом гілкам пучка Гіса.

При повному припиненні проведення збудження по тій чи іншій гілці або ніжці пучка Гіса говорять про повну блокаду. Часткове уповільнення провідності свідчить про неповну блокаду ніжки.

2.2.1. *Блокада правої ніжки пучка Гіса* – це уповільнення або повне припинення проведення імпульсу по правій ніжці пучка Гіса.

Повна блокада правої ніжки пучка Гіса – це припинення проведення імпульсу по правій ніжці пучка Гіса.

ЕКГ-ознаки:

– наявність у правих грудних відведеннях V1, 2 комплексів QRS "rSR" або "rsR", що мають М-подібний вигляд, причому R" > r;

– наявність у лівих грудних відведеннях (V5, V6) і у відведеннях I, aVL розширеного, нерідко зазубреного зубця S;

– збільшення часу внутрішнього відхилення у правих грудних відведеннях (V1, V2) більше або дорівнює 0,06 с;

– збільшення тривалості шлуночкового комплексу QRS більше або дорівнює 0,12 с;

– наявність у відведенні V1 депресії сегмента ST і негативного чи двофазного (- +) асиметричного зубця Т.

Неповна блокада правої ніжки пучка Гіса – це уповільнення проведення імпульсу по правій ніжці пучка Гіса.

ЕКГ-ознаки:

– наявність у відведенні V1 комплексу QRS типу "rSr" або "rsR";

– наявність у лівих грудних відведеннях (V5, V6) і у відведеннях I трохи розширеного зубця S;

– час внутрішнього відхилення у відведенні V1 не більше 0,06 с;

– тривалість шлуночкового комплексу QRS менше 0,12 с;

– сегмент ST і зубець Т в правих грудних відведеннях (V1, V2), як правило, не змінюються.

2.2.2. *Блокада лівої ніжки пучка Гіса* – це уповільнення або повне припинення проведення імпульсу по лівій ніжці пучка Гіса.

Повна блокада лівої ніжки пучка Гіса – це припинення проведення імпульсу по лівій ніжці пучка Гіса.

ЕКГ-ознаки:

– наявність у лівих грудних відведеннях (V5, V6), I, aVL розширених деформованих шлуночкових комплексів, типу R із розщепленою або широкою вершиною;

– наявність у відведеннях V1, V2, III, aVF розширених деформованих шлуночкових комплексів, що мають вигляд QS або rS із розщепленою або широкою вершиною зубця S;

– час внутрішнього відхилення у відведеннях V5, 6 більше або дорівнює 0,08 с;

– збільшення загальної тривалості комплексу QRS більше або дорівнює 0,12 с;

– наявність у відведеннях V5, 6, I, aVL дискордантно відносно QRS зміщення сегмента R (S)-Т і негативних або двофазних (- +) асиметричних зубців Т;

– відсутність qI, aVL, V5-6.

Неповна блокада лівої ніжки пучка Гіса – це уповільнення проведення імпульсу по лівій ніжці пучка Гіса.

ЕКГ-ознаки:

- наявність у відведеннях I, aVL, V5, 6 високих розширених, іноді розщеплених зубців R (зубець qV6 відсутній);
- наявність у відведеннях III, aVF, V1, V2 розширених і поглиблених комплексів типу QS або rS, іноді з початковим розщепленням зубця S;
- час внутрішнього відхилення у відведеннях V5, 6 0,05–0,08 с;
- загальна тривалість комплексу QRS 0,10–0,11 с;
- відсутність qV5-6.

У зв'язку з тим, що ліва ніжка має два розгалуження – передньо-верхнє і задньонижнє, виділяють блокади передньої і задньої гілки лівої ніжки пучка Гіса.

При блокаді передньоверхньої гілки лівої ніжки пучка Гіса порушено проведення збудження до передньої стінки лівого шлуночка. Порушення міокарда лівого шлуночка протікає ніби у два етапи: спочатку порушуються міжшлуночкова перегородка і нижні відділи задньої стінки, а потім передньобокова стінка лівого шлуночка.

ЕКГ-ознаки:

- різке відхилення електричної осі серця вліво (кут альфа менше або дорівнює -300°);
- QRS у відведеннях I, aVL типу qR, в III, aVF типу rS;
- загальна тривалість комплексу QRS 0,08–0,011 с.

При блокаді лівої задньої гілки пучка Гіса змінюється послідовність охоплення збудженням міокарда лівого шлуночка. Порушення безперешкодно проводиться спочатку по лівій передній гілці пучка Гіса, швидко охоплює міокард передньої стінки і тільки після цього по анастомозам волокон Пуркінє поширюється на міокард задньонижніх відділів лівого шлуночка.

ЕКГ-ознаки:

- різке відхилення електричної осі серця вправо (кут альфа більше або дорівнює 1200°);
- форма комплексу QRS у відведеннях I і aVL типу rS, а у відведеннях III, aVF – типу qR;
- тривалість комплексу QRS у межах 0,08–0,11.

3. Синдром комбінованих порушень.

В основі цього синдрому лежить поєднання порушення утворення імпульсу, який проявляється частим порушенням міокарда передсердь, і порушення проведення імпульсу від передсердь до шлуночків, що виражається у розвитку функціональної блокади атріовентрикулярного з'єднання. Така функціональна атріовентрикулярна блокада запобігає занадто частій і неефективній роботі шлуночків.

Так само і синдроми порушення утворення і проведення імпульсу, синдром комбінованих порушень є складовою частиною синдрому порушення ритму серця. Він включає в себе тріпотіння передсердь і миготливу аритмію.

3.1. Симптом тріпотіння передсердь.

Тріпотіння передсердь – це значне почастищення скорочень передсердь (до 250–400 за хвилину) при збереженні правильного регулярного передсердного ритму. Безпосередніми механізмами, які ведуть до дуже частого збудження передсердь при їх тріпотінні, є або підвищення автоматизму клітин провідної системи, або механізм повторного входу хвилі збудження – re-entry, коли в передсердях створюються умови для тривалої ритмічної циркуляції кругової хвилі збудження. На відміну від пароксизмальної надшлуночкової тахікардії, коли хвиля збудження циркулює по передсердям з частотою 140–250 за хвилину, при тріпотінні передсердь ця частота вище і складає 250–400 за хвилину.

ЕКГ-ознаки:

- відсутність на ЕКГ зубців P;
- наявність частих (до 200–400 за хвилину) регулярних, схожих одна на одну передсердних хвиль F, що мають характерну пилкоподібну форму (відведення II, III, aVF, V1, V2);
- наявність нормальних незмінених шлуночкових комплексів;
- кожному шлуночковому комплексу передують певна кількість передсердних хвиль F (2:1, 3:1, 4:1 та ін.) при регулярній формі тріпотіння передсердь; при нерегулярній формі кількість цих хвиль може змінюватись.

3.2. Симптом миготливої аритмії.

Мерехтіння (фібриляція) передсердь, або миготлива аритмія, – це таке порушення ритму серця, при якому протягом всього серцевого циклу спостерігається часте (від 350 до 700 за хвилину) безладне, хаотичне збудження і скорочення окремих груп м'язових волокон передсердь. При цьому збудження і скорочення передсердя як єдиного цілого відсутні.

Залежно від величини хвиль розрізняють велико- і дрібнохвилясту форми мерехтіння передсердь. При великохвилястій формі амплітуда хвиль f перевищує 0,5 мм, їх частота становить 350–450 за хвилину; вони з'являються з відносно більшою правильністю. Така форма миготливої аритмії частіше зустрічається у хворих із вираженою гіпертрофією передсердь, наприклад, при мітральному стенозі. При дрібнохвилястій формі фібриляції передсердь частота хвиль f досягає 600–700 на хвилину, їх амплітуда менше 0,5 мм. Нерегулярність хвиль виражена різкіше, ніж при першому варіанті. Іноді хвилі f взагалі не видно на ЕКГ у жодному з електрокардіографічних відведень. Ця форма миготливої аритмії часто зустрічається у людей похилого віку, що страждають на кардіосклероз.

ЕКГ-ознаки:

- відсутність у всіх електрокардіографічних відведеннях зубця Р;
- наявність протягом усього серцевого циклу безладних хвиль f, мають різну форму і амплітуду, хвилі f краще реєструються у відведеннях V1, V2, II, III і aVF;
- нерегулярність шлуночкових комплексів QRS (різні за тривалістю інтервали RR).
- наявність комплексів QRS, що мають у більшості випадків нормальний незмінний вигляд без деформації і розширення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мурашко В.В. Электрокардиография : учеб. пособие / В.В. Мурашко, А.В. Струтинский – [9-е изд.] – М. : МЕДпрофинформ, 2008. – 320 с.
2. Струтинский А.В. Электрокардиограмма: анализ и интерперетация : учеб. пособие / А.В. Струтинский – М. : Медицина, 2007 – 208 с.
3. Хэмптон Джон Р. Основы ЭКГ / Джон Р. Хэмптон ; пер. с англ. – М. : Мед. лит-ра, 2007. – 224 с.
4. Хэмптон Джон Р. ЭКГ в практике врача / Джон Р. Хэмптон ; пер. с англ. – М. : Мед. лит-ра, 2007. – 432 с.
5. Мешков А.П. Азбука клинической электрокардиографии: учеб. пособие / А.П. Мешков. – Н. Новгород : Изд-во НГМА, 1998. – 150 с.
6. Кечкер М.И. Электрокардиографические заключения и краткое описание ЭКГ / М.И. Кечкер – М. : Оверлей, 1996. – 96 с.
7. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов – М. : Мед. информ. агенство, 1997. – 514 с.
8. Франклин Циммерман. Клиническая электрокардиография / Циммерман Франклин; пер. с англ. – М. : Бином, 1997. – 443 с.
9. Исаков И.И. Клиническая электрокардиография / И.И. Исаков, М.С. Кушаковский, Н.Б. Журавлева. – М. : Медицина, 1984. – 272 с.
10. Практическое руководство по клинической электрокардиографии / под ред. А.З. Чернова. – М. : Медицина, 1971. – 208 с.
11. Практическое руководство по электрокардиографии / М.Н. Тумановский, Ю.Д. Бородулин, А.В. Никитин, В.Б. Фуки. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1969. – Т. 1. – 320 с.; 1970. – Т. 2. – 204 с.
12. Орлов В.Н. ЭКГ / В.Н. Орлов. – М. : ООО «Мед. информ. агенство», 2006. – 528 с.
13. Струтинский А.В. ЭКГ / А.В. Струтинский. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – 224 с.

Навчальне видання

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

**Методичні вказівки
для підготовки лікарів-інтернів,
слухачів передатестаційних циклів
зі спеціальності
«Медицина невідкладних станів»**

Упорядники

Хижняк Анатолій Антонович
Дубівська Світлана Станіславівна

Відповідальний за випуск

А.А. Хижняк



Редактор М.В. Тарасенко
Коректор Є.В. Рубцова
Комп'ютерна верстка О.Ю. Лавриненко
Комп'ютерний набір С.С. Дубівська

План в 2013, поз. 67.
Формат А5. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,5.
Тираж 150 прим. Зам. № 13-3024.

**Редакційно-видавничий відділ
ХНМУ, пр. Леніна, 4, м. Харків, 61022
izdatknmu@mail.ru, izdat@knmu.kharkov.ua**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавництв, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серії ДК № 3242 від 18.07.2008 р

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ

*Методичні вказівки
для підготовки лікарів-інтернів,
слухачів передатестаційних циклів
зі спеціальності
«Медицина невідкладних станів»*