



**Не стыдно и
не вредно не знать.
Всего знать никто
не может, а стыдно и
вредно притворяться,
что знаешь, чего
не знаешь.**

Толстой Л.Н.

Нарушение возбудимости

Возбудимость (батмотропность) – это свойство ткани отвечать на раздражение (импульс). В кардиологии под возбудимостью понимают способность миокарда отвечать сокращением на электрические импульсы, исходящие в норме из синусового узла.

Нарушение возбудимости (аритмия) – это ответная реакция миокарда на импульс возбуждения, очаг которого находится вне синусового узла. Кардиологи такой источник называют **гетеротопным** (*греч. heteros другой, иной + topos место = возникновение на необычном месте; син. ритм сердца эктопический*).

Синусовый ритм – это образование электрических импульсов пейсмейкерными клетками синусового узла с определённой последовательностью и частотой.

Аритмия – это работа сердца в любом другом сердечном ритме, не являющемся регулярным синусовым ритмом и/или нормальной частоты.

ЭКГ признаки правильного синусового ритма

1. частота зубцов P – 60-90 в мин;
2. интервал P - P одинаков;
3. зубец P положителен во II стандартном отведении;
4. зубец P отрицателен в отведении aVR .

Первые два признака соответствуют понятию ритма, третий и четвёртый признаки указывают на месторасположение (топику) пейсмейкерных (*от англ. pacemaker [peɪsmɛɪkə] — водитель*) клеток, конкретно – в синусовом узле.

Экстрасистолия

от (лат. *extra* - вне + греч. *systolē* - сокращение, сжатие) — нарушение ритма сердца, характеризующееся возникновением преждевременных сокращений сердца (экстрасистол), вызываемых возбуждением миокарда, исходящим, как правило, не из физиологического источника сердечного ритма синусно-предсердного узла (син. синоатриальный, СА), т.е. являющимся **гетеротопным** [(от греч. гетеро - *héteros* - иной, другой + и греч. *tópos* - место) - изменение места] источником. Семь и более следующих одна за другой экстрасистолы обычно рассматривают как **пароксизм** тахикардии.

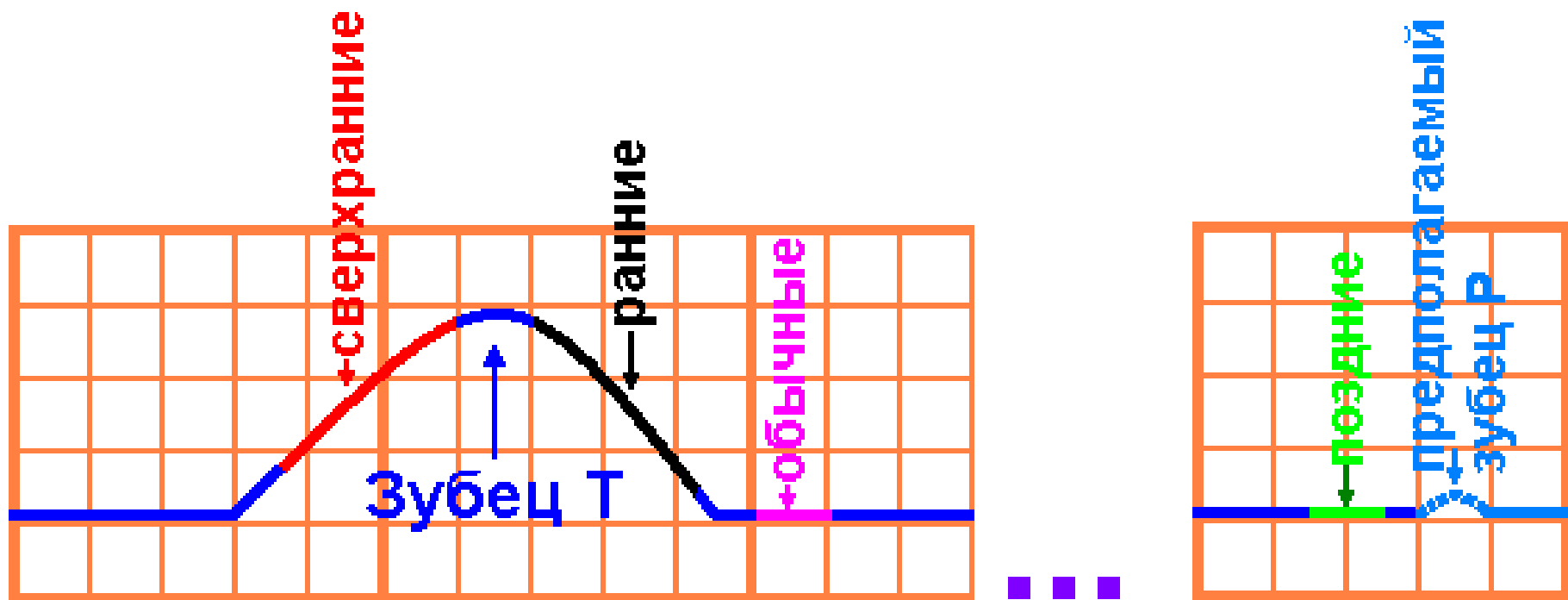
Экстрасистолия

- это наиболее часто регистрируемый при суточном мониторинге вид аритмий. Экстрасистолы возникают как у больных, так и у практически здоровых людей. В случайных выборках лиц старше 50 лет по данным длительного ЭКГ мониторинга экстрасистолы можно обнаружить у 95% людей. Статистической нормой для здорового человека считается до 200 наджелудочковых и 200 желудочковых экстрасистол в сутки.

Экстрасистолы по времени возникновения по отношению к следующему нормальному сокращению различают:

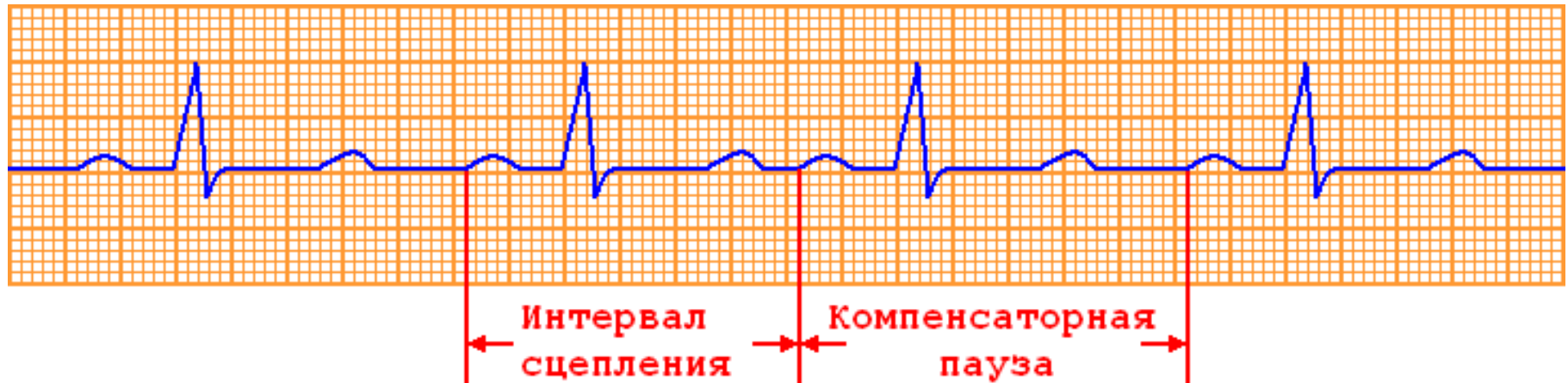
- **сверхранние** - возникают на восходящем колене зубца T предшествующего синусового сокращения;
- **ранние** - на нисходящем колене зубца T или сразу за ним;
- **средние или обычные** - начинаются спустя 20-30 мс после зубца T ;
- **поздние** - перед предполагаемым зубцом P следующего обычного сокращения.

Экстрасистолы по времени возникновения различают:



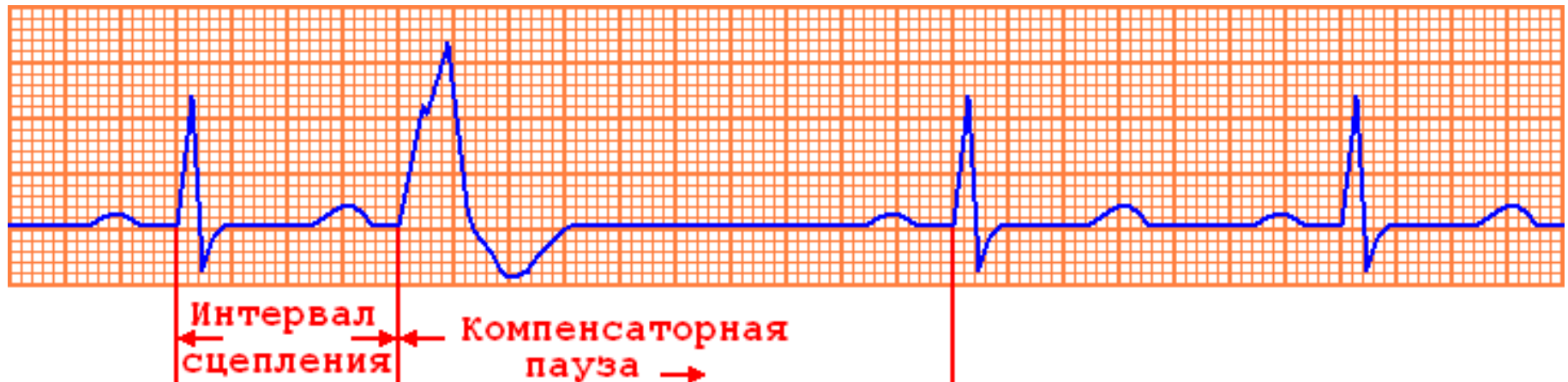
Интервал сцепления предсердной экстрасистолы

Расстояние от предшествующего экстрасистоле очередного цикла *P-QRS-T* основного ритма до экстрасистолы получило название **интервала сцепления** (предэктопического интервала). При предсердной экстрасистолии интервал сцепления измеряется от начала зубца *P*, предшествующего экстрасистоле цикла, до начала зубца *P* экстрасистолы.



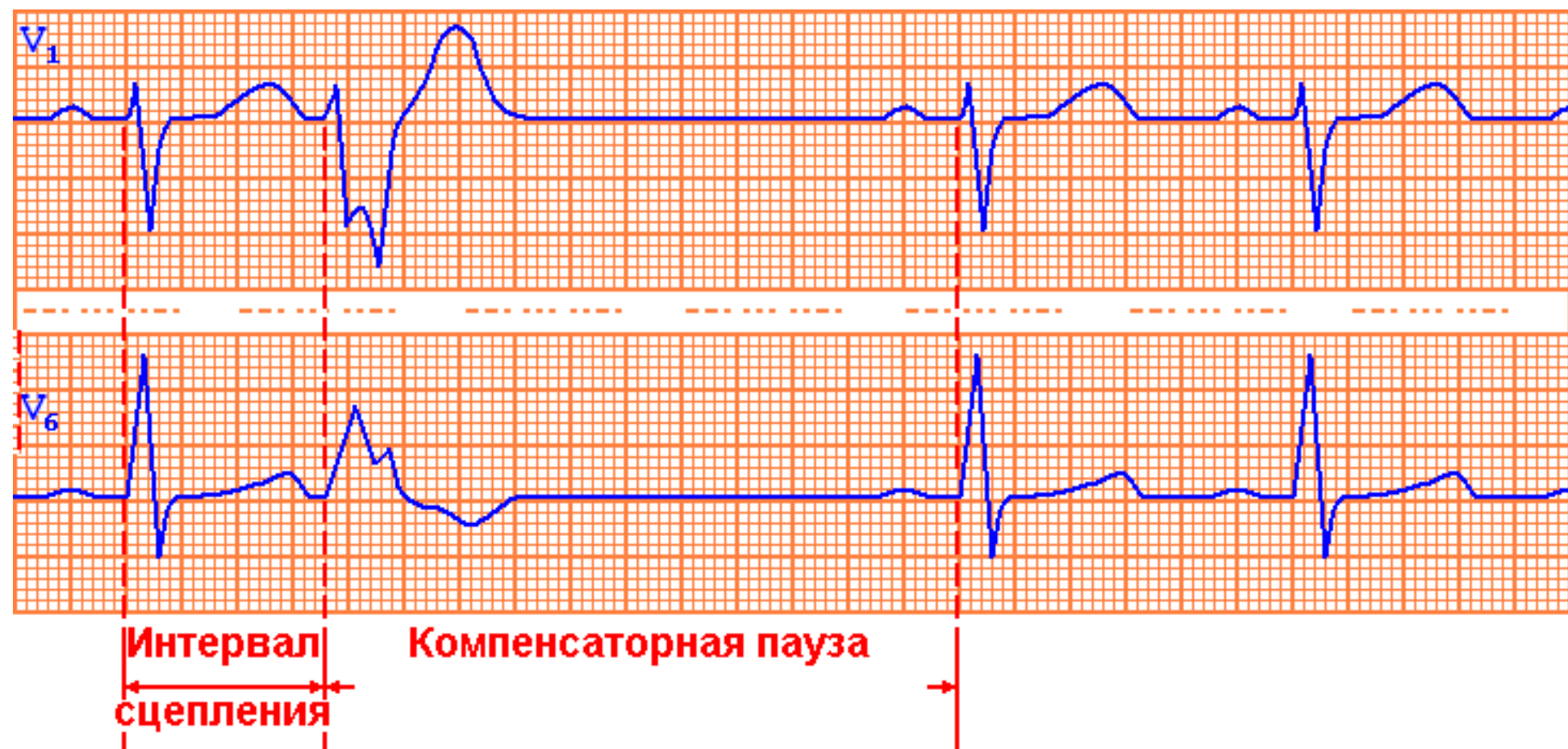
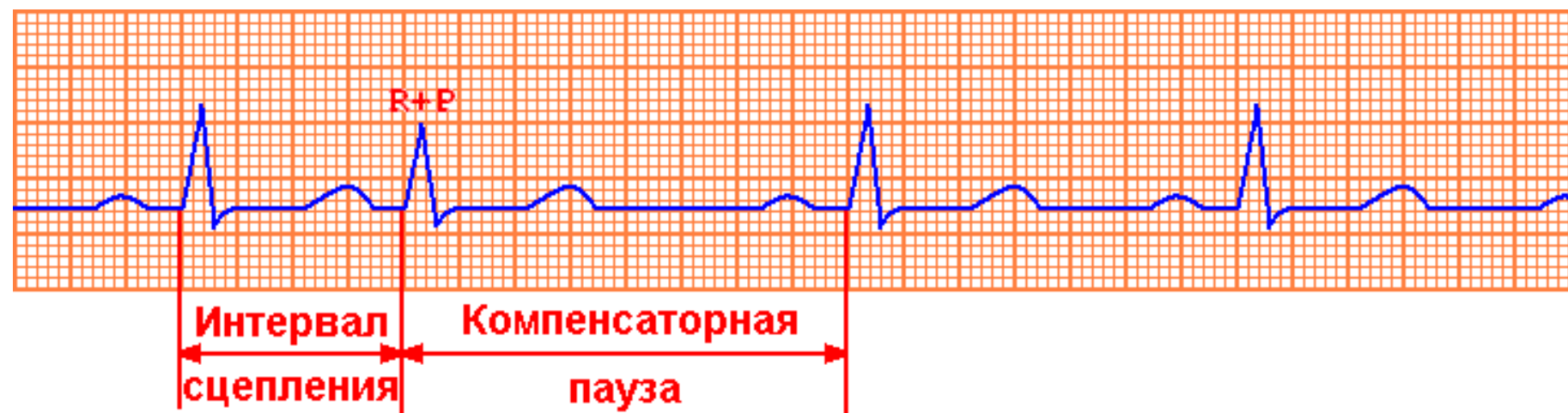
Интервал сцепления при экстрасистолии желудочковой и из АВ-соединения

- **Интервал сцепления** (предэктопический интервал) при экстрасистолии желудочковой и из АВ-соединения измеряется от начала комплекса *QRS*, предшествующего экстрасистоле, до начала комплекса *QRS* экстрасистолы.



Компенсаторная пауза

Расстояние от экстрасистолы до следующего за ней цикла *P-QRS-T* основного ритма (например, синусового) называется **компенсаторной паузой** (постэктопическим интервалом). Различают неполные и полные компенсаторные паузы. Если экстрасистола возникает в предсердии или в АВ-соединении, эктопический импульс распространяется не только на желудочки, но также ретроградно по предсердиям. Достигнув СА-узла, эктопический импульс «разряжает» его, т. е. прекращает процесс подготовки следующего очередного синусового импульса, который начинается вновь как бы с нуля только после такой «разрядки».

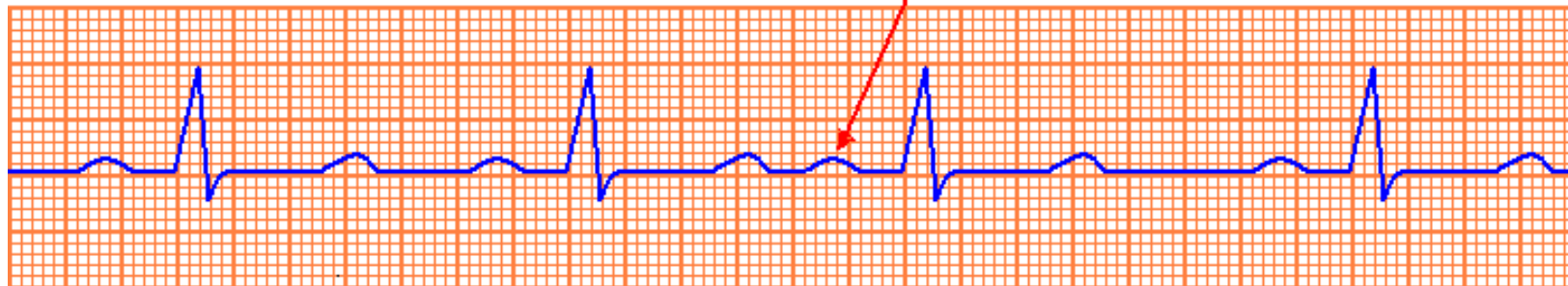


Характерные ЭКГ признаки предсердной экстрасистолы:

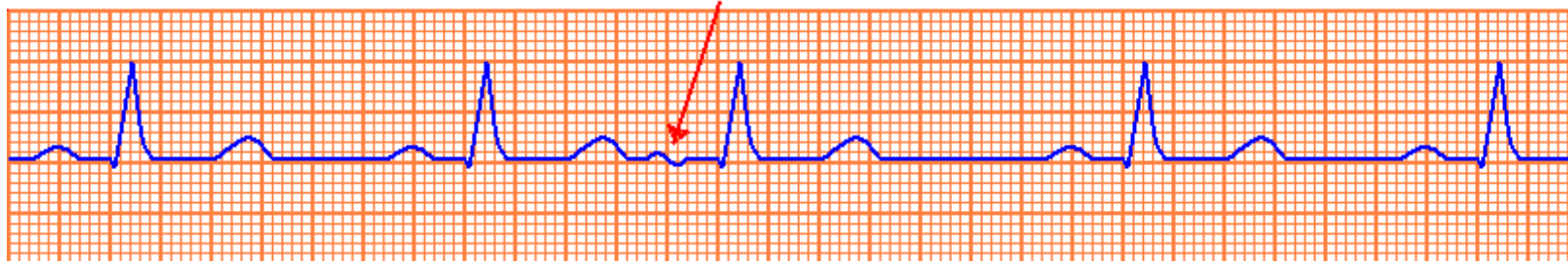
1. преждевременное **внеочередное** появление зубца P' и следующего за ним комплекса $QRS-T'$;
2. зубец P' **может наслаиваться** на предшествующий зубец T .
3. **деформация** или изменение полярности зубца P' экстрасистолы. В зависимости от места возникновения предсердные экстрасистолы имеют некоторые особенности:
 - из **верхних** отделов предсердий зубец P' мало отличается от нормы;
 - из **средних** отделов — зубец P' деформирован;
 - из **нижних отделов** — отрицательный;
4. интервал $P-Q$ обычно $\geq 0,12$ сек;
5. наличие **неизменённого** экстрасистолического желудочкового комплекса $QRS-T'$, похожего по форме на обычные нормальные комплексы $QRS-T$ синусового происхождения;
6. наличие после предсердной экстрасистолы **неполной** компенсаторной паузы (сумма предэктопического и постэктопического интервалов меньше двух интервалов $R-R$ синусового ритма).

Особенности предсердных экстрасистол в зависимости от места возникновения

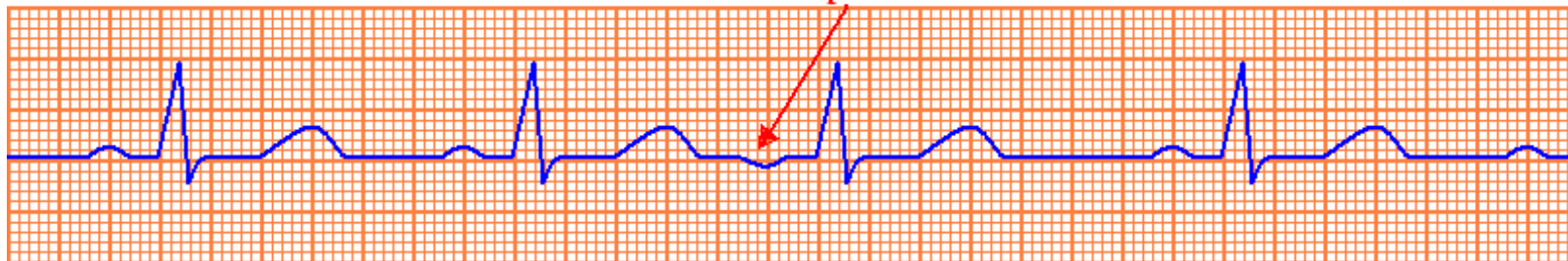
Экстрасистола



Экстрасистола



Экстрасистола



Экстрасистолы из атриовентрикулярного соединения

Эктопический импульс, возникающий в АВ-соединении, распространяется в двух направлениях: антеградно - сверху вниз по проводящей системе желудочков по направлению к желудочкам и ретроградно - снизу вверх от АВ-узла к предсердиям.

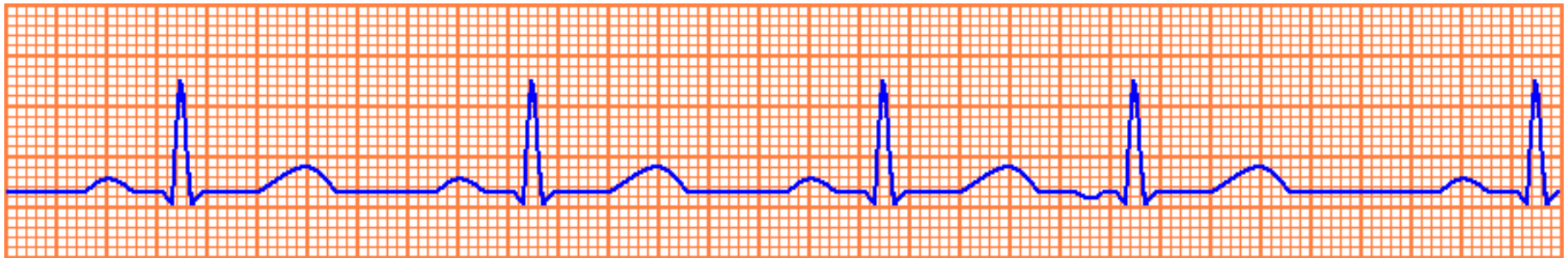
Основными ЭКГ признаками экстрасистолы из АВ-соединения являются:

1. преждевременное внеочередное появление на ЭКГ **неизменённого** желудочкового комплекса QRS' , похожего по форме на остальные комплексы $QRS-T$ синусового происхождения;
2. отрицательный зубец P' в отведениях II, III и aVF **перед** или **после** экстрасистолического комплекса QRS' ;
3. отсутствие зубца P в результате слияние P' и QRS' ;
4. наличие **неполной** компенсаторной паузы.

АВ-экстрасистола с предшествующим возбуждением предсердий.

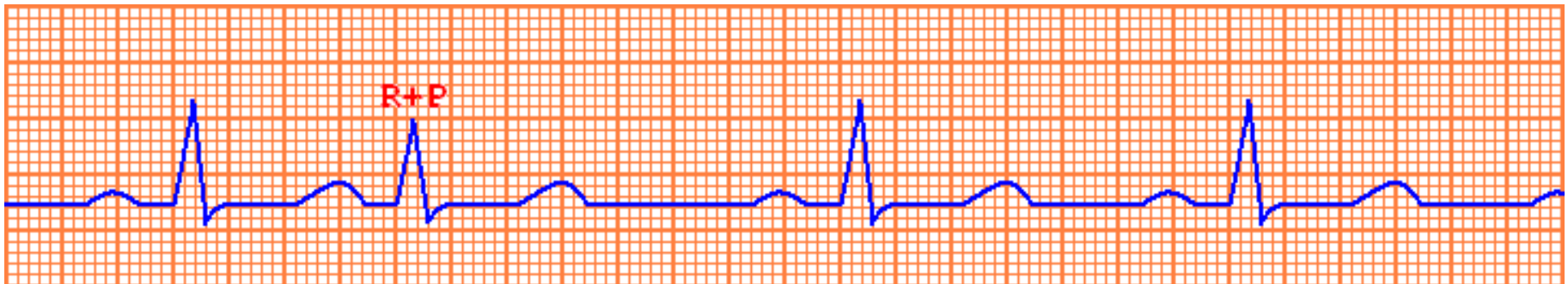
При экстрасистоле из **верхней части** АВ-соединения активация предсердий осуществляется в результате ретроградного распространения импульса, поэтому на ЭКГ в отведениях *II, III, AVF* и *V1-3* впереди комплекса *QRS* регистрируется отрицательный зубец *P*.

Интервал **P-Q укорочен** [длительность *P-Q* – 0,10–0,08 сек (=100 – 80 мс)].



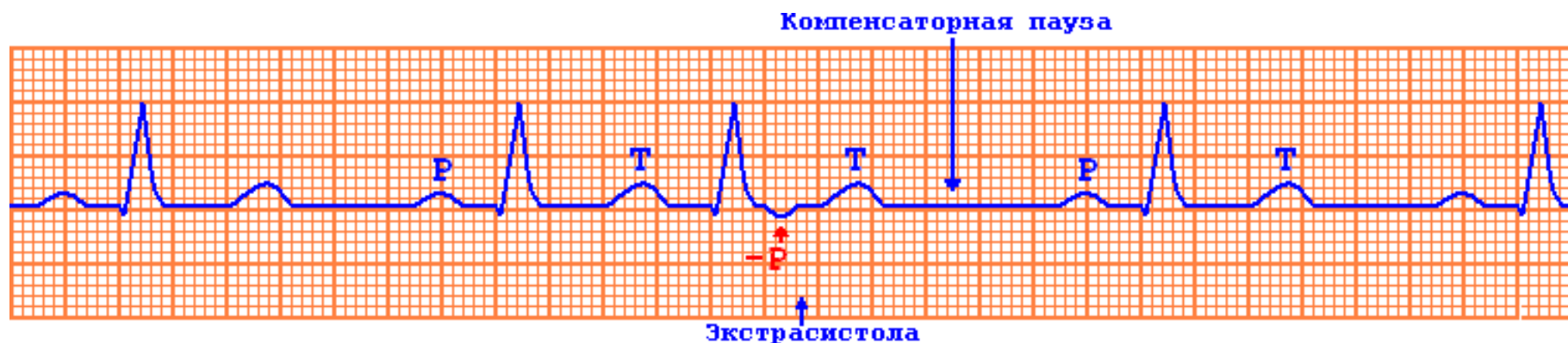
АВ-экстрасистола с одновременным возбуждением предсердий и желудочков

На ЭКГ зубец *P* перед вторым комплексом отсутствует, так как наслаивается на желудочковый комплекс экстрасистолы, тем самым уменьшая амплитуду зубца *R* и незначительно изменяя форму комплекса *QRST'*, возникшего преждевременно.



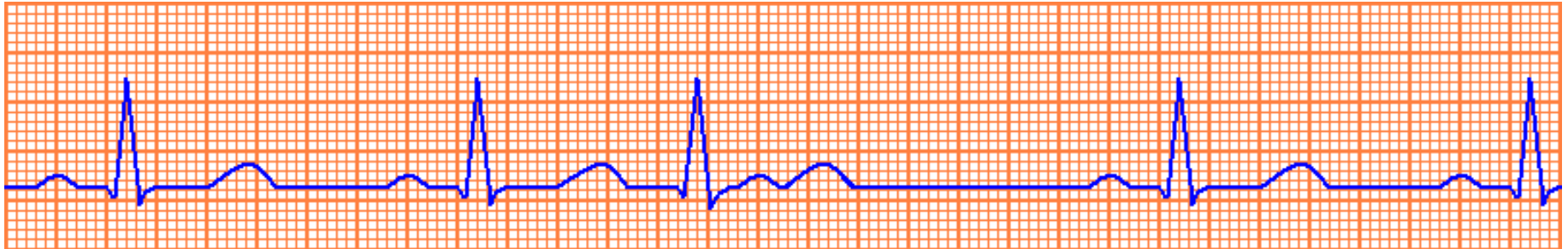
АВ-экстрасистола с последующим возбуждением предсердий

На ЭКГ обращает на себя внимание: преждевременное появление неизменённого желудочкового комплекса; после которого виден инвертированный зубец P ($-P'$).



Стволовая экстрасистола

Стволовая экстрасистола отличается возникновением полной блокады ретроградного ВА-проведения экстрасистолического импульса к предсердиям. Поэтому на ЭКГ регистрируется узкий экстрасистолический комплекс **QRS**, после которого отсутствует отрицательный зубец **P**. Вместо него фиксируется **положительный зубец P**. Это очередной предсердный зубец **P** синусового происхождения, который приходится обычно на сегмент **RS–T** или зубец **T** экстрасистолического комплекса. Следующий нормальный импульс (второй), возникающий в синусовом узле, вызывает обычное возбуждение и сокращение предсердий и желудочков.



Желудочковая экстрасистолия

... — преждевременное возбуждение сердца, возникающее под влиянием импульсов, исходящих из различных участков проводящей системы желудочков. Желудочковая экстрасистола возникает в каком-то месте проводящей системы (разветвления пучка Гиса и волокна Пуркинь), и вследствие этого, импульс с **большой** скоростью по **нервным** волокнам возбуждает «свой» желудочек, в котором возник экстрасистолический импульс.

В дальнейшем импульс с небольшой скоростью передаётся к противоположному желудочку **от клетки к клетке** сократительным миокардом (обладающим **возбудимостью!**, но!! не *автоматизмом*), в результате, с большим опозданием происходит деполяризация другого желудочка, а комплекс *QRS*, в результате, становится шире.

Процесс реполяризации при желудочковой экстрасистолии

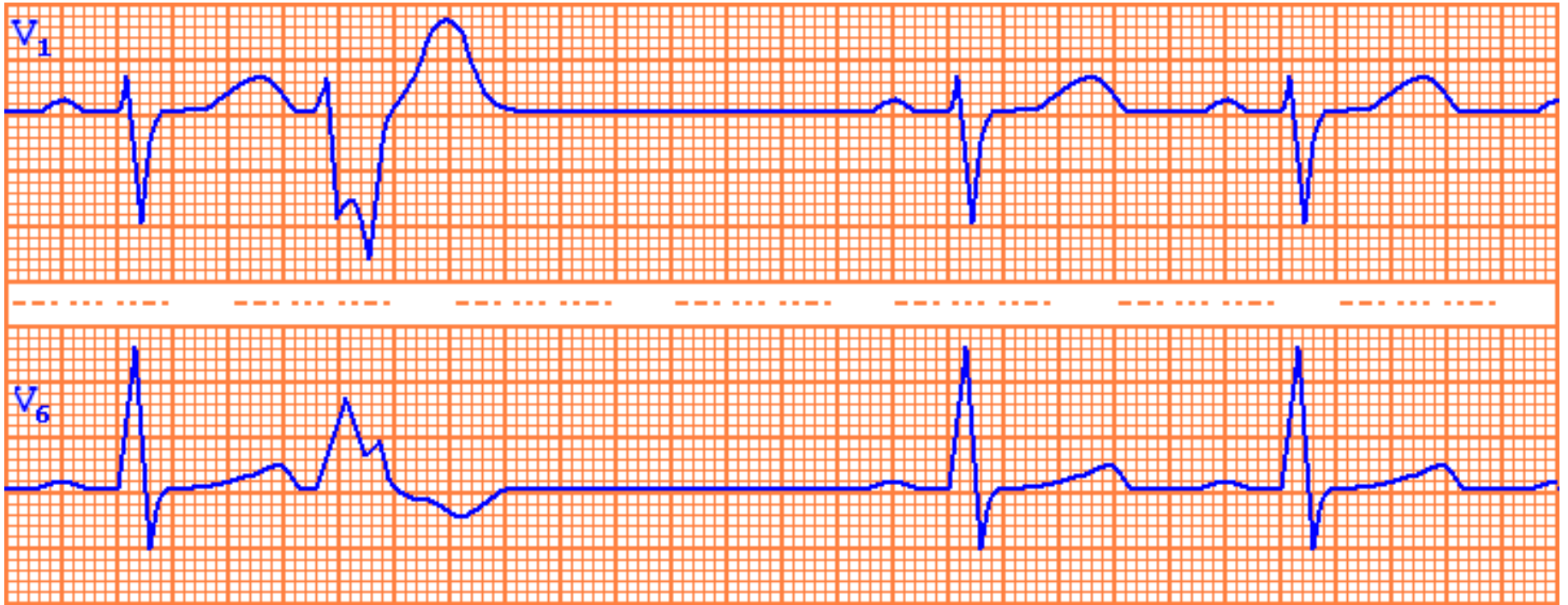
В результате нарушения последовательности распространения волны возбуждения желудочков по сердцу при желудочковой экстрасистолии резко изменённой оказывается и последовательность процесса реполяризации желудочков, что выражается в смещении сегмента $RS-T$ выше или ниже изолинии, а также в формировании асимметричного отрицательного или положительного зубца T .

Чтобы определить локализацию источника желудочковой экстрасистолы, в большинстве случаев достаточно измерить продолжительность интервала внутреннего отклонения экстрасистолического комплекса QRS в правых ($V1, V2$) и левых ($V5, V6$) грудных отведениях.

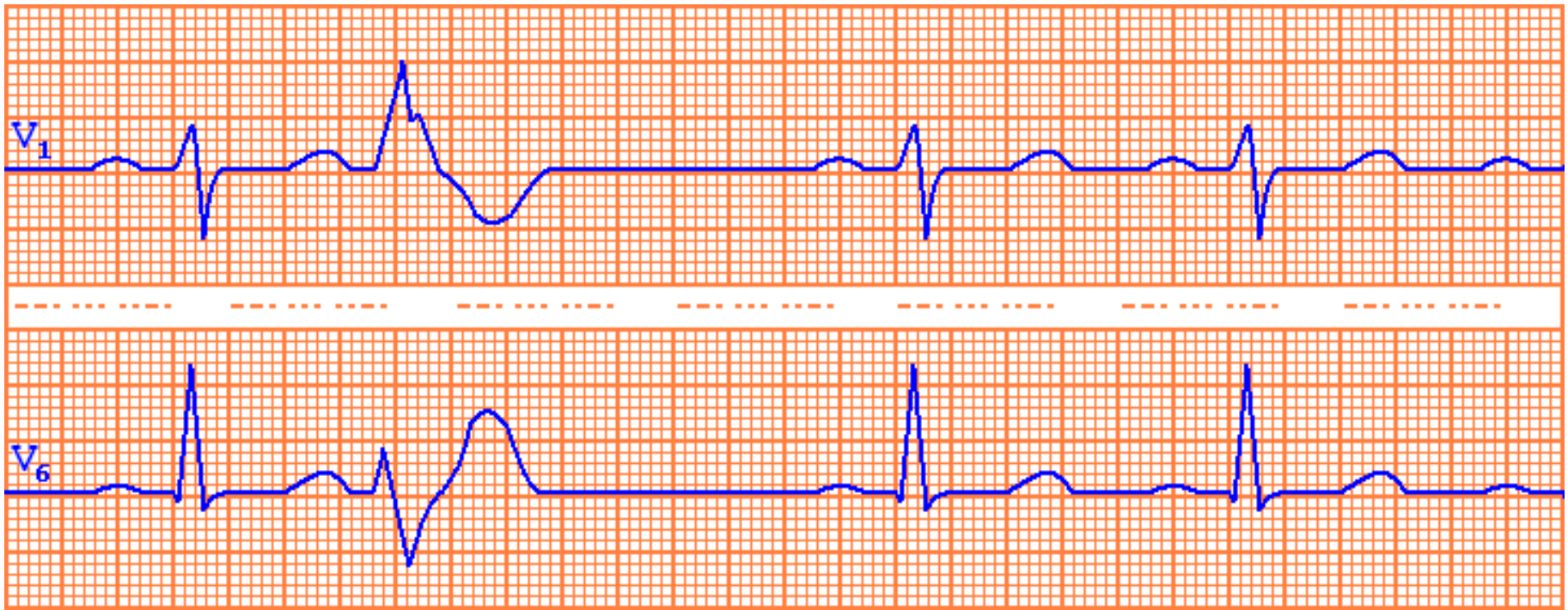
Основные ЭКГ признаки желудочковой экстрасистолы:

1. **преждевременное** внеочередное появление на ЭКГ изменённого желудочкового комплекса QRS' ;
2. **отсутствие** перед желудочковой экстрасистолой **зубца P** ;
3. значительное **расширение** желудочковых комплексов более 0,12 с и деформация экстрасистолического комплекса QRS' ;
4. расположение сегмента $RS - T'$ и зубца T' экстрасистолы **дискордантно** направлению основного зубца комплекса QRS' (т.е. направлены противоположно от основного зубца комплекса QRS);
5. в большинстве случаев после желудочковой экстрасистолы регистрируется **полная** компенсаторная пауза (сумма интервалов от синусового комплекса до экстрасистолы и от экстрасистолы до следующего синусового комплекса равна двум интервалам $R-R$ синусового ритма).

Правожелудочковая экстрасистола



Левожелудочковая экстрасистола



Пароксизмальная тахикардия

Пароксизмальная тахикардия – это приступ резко учащенного сердцебиения с ЧСС 100–250 в 1 мин, обычно 140–220 в минуту. Обычно приступ начинается внезапно и также внезапно заканчивается.

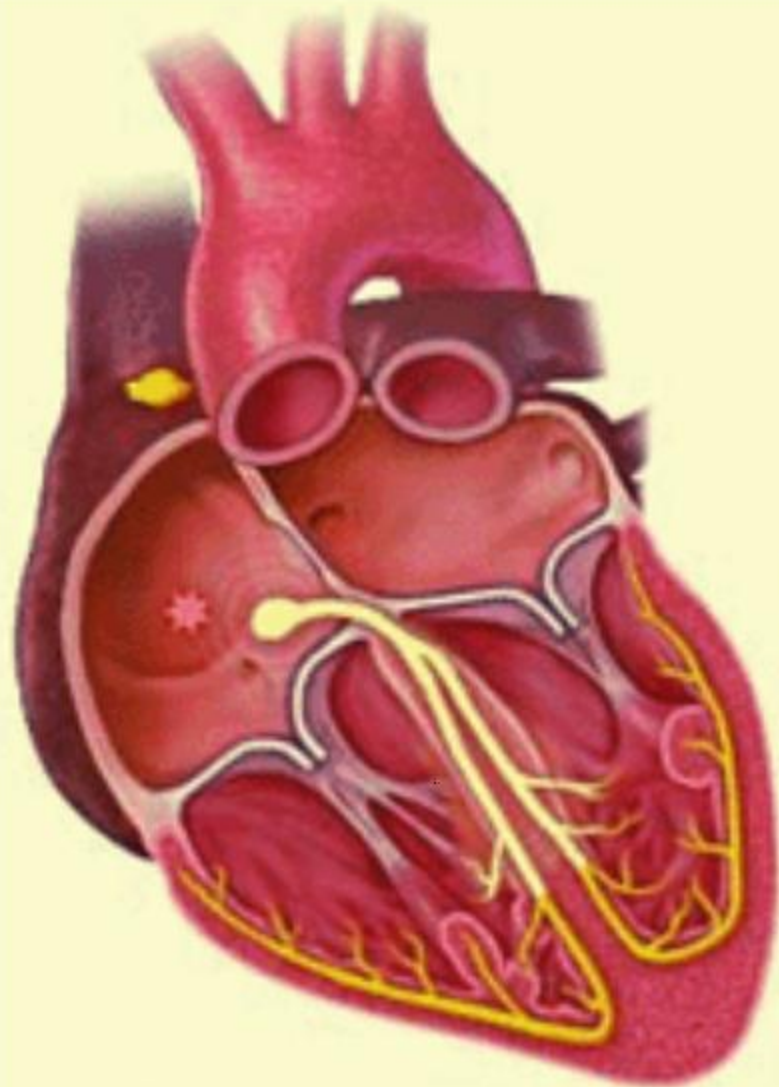
Длительность приступа от нескольких секунд до нескольких часов и суток.

В клинической диагностике пароксизмальную тахикардию подразделяют на две основные формы: наджелудочковую (суправентрикулярную) и желудочковую (вентрикулярную).

Суправентрикулярная тахикардия — это тахикардия, которая возникает при расположении гетеротопного очага в миокарде проксимальнее места бифуркации пучка Гиса.

В случае расположения эктопического очага в желудочках мы имеем желудочковую пароксизмальную тахикардию.

Предсердная тахикардия



Нормальная ЭКГ



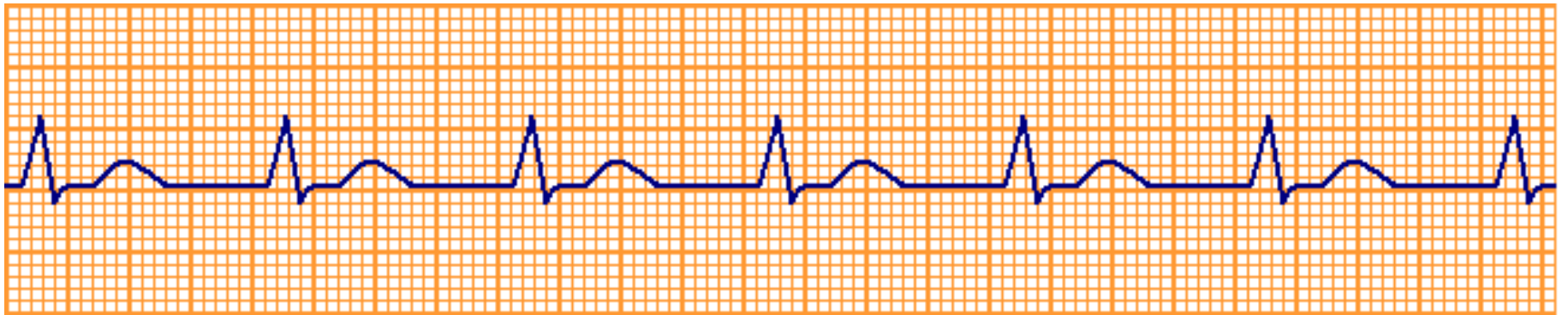
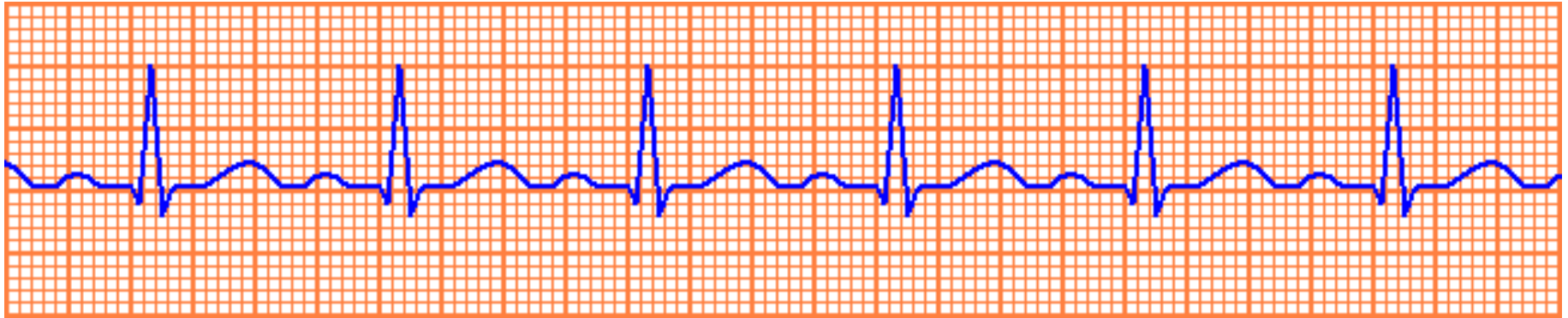
Предсердная тахикардия



При этом виде тахикардии патологические электрические импульсы возникают в предсердии

Характерны ЭКГ признаки суправентрикулярной тахикардии :

- 1) наличие трёх и более следующих подряд эктопических зубцов *P* и желудочковых комплексов;
- 2) увеличение частоты ритма предсердий более 100 в 1 мин (в основном в пределах 140—240). При этом частота ритма желудочков такая же либо, при некоторых типах суправентрикулярной тахикардии, может быть меньшей из-за развития предсердно-желудочковой блокады;
- 3) относительно ритмичный предсердный ритм;
- 4) комплексы QRS обычно узкие. В части случаев, однако, они могут быть уширены из-за аберрантной внутрижелудочковой проводимости, сопутствующей блокады ножки пучка Гиса или проведения импульсов от предсердий к желудочкам по добавочному проводящему пути.



Желудочковая тахикардия

Классификация желудочковых аритмий:

• • По форме:

- Мономорфная;
- Полиморфная (двунаправленная и двунаправленно-веретенообразную – torsade de pointes);

• • По частоте:

- От 51-100 – ускоренный идиовентрикулярный ритм;
- От 100 – 250 – желудочковая тахикардия;
- Выше 250 – трепетание желудочков;
- Фибрилляция желудочков.

• • По продолжительности:

- Устойчивые – длительностью более 30 сек;
- Неустойчивые – длительностью менее 30 сек;

• • По характеру клинического течения:

- Пароксизмальные;
- Непароксизмальные.

ЭКГ критерии желудочковой тахикардии (ЖТ):

1. Комплексы *QRS* расширены, деформированы, имеют форму, напоминающую блокаду ножек пучка Гиса.
2. Вид комплексов *QRS* при тахикардии аналогичен экстрасистолическим, регистрирующимся на фоне синусового ритма.
3. Наличие атриовентрикулярной диссоциации (зубцы *P* и комплексы *QRS* не связаны, следуют в своём ритме, частота ритма при тахикардии значительно превосходит частоту синусового ритма). Следует отметить, что в большинстве случаев на поверхностной ЭКГ зубцы *P* не дифференцируются.
4. Наличие "проведённых" и "сливных" комплексов *QRS*. Наличие данного феномена связано с неполной АВ диссоциацией, когда импульсы из СА узла проводятся через АВ соединение, вызывая деполяризацию миокарда желудочков "обычным" путём.

Краткий алгоритм дифференциальной диагностики аритмий с широкими комплексами:

- необходима оценка ранее снятых ЭКГ для исключения имевшейся блокады пучка Гиса и синдрома WPW;
- при отсутствии снятых ЭКГ остаётся отграничить наджелудочковую тахикардию с преходящей блокадой от желудочковой тахикардии:
- при тахизависимых внутрижелудочковых блокадах ширина комплекса *QRS* редко превышает 0,12 сек, при желудочковой тахикардии она обычно больше 0,14 сек;
- при тахизависимой блокаде в отведении *V1* желудочковые комплексы чаще трёхфазные и напоминают такие при блокаде правой ножки, а при желудочковой тахикардии они, как правило, одно- или двухфазные, часто в отведениях *V1-V6* направлены в одну и ту же сторону.

Мерцательная аритмия

— под этим названием объединяют два вида нарушения сердечного ритма:

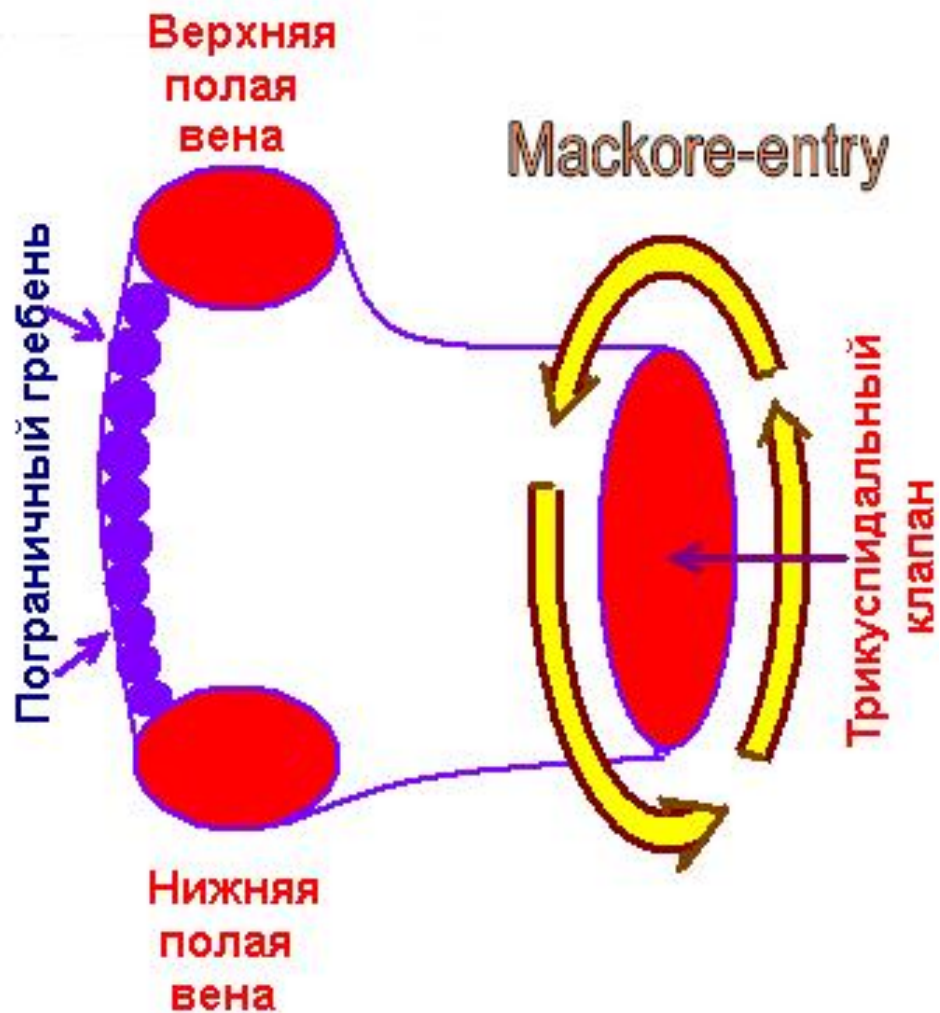
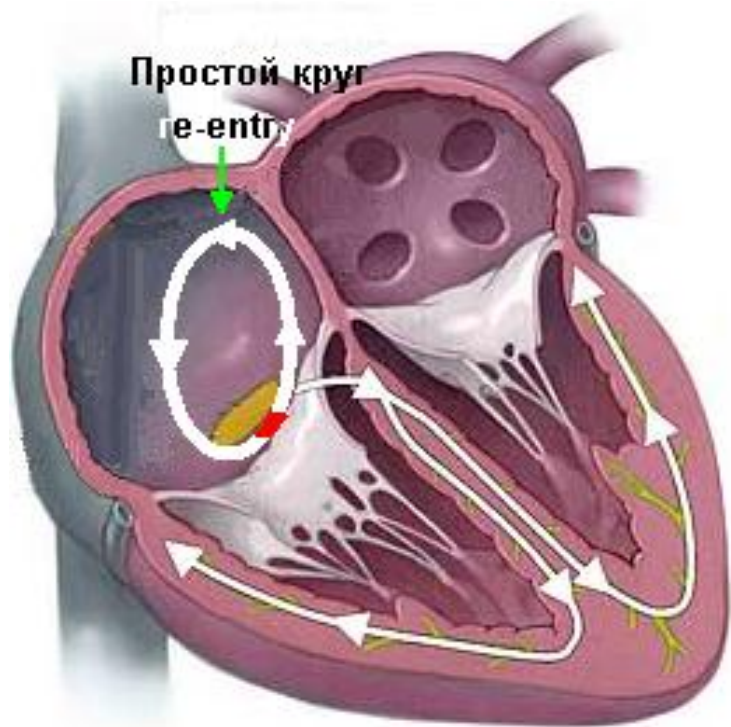
- трепетание предсердий;
- мерцание предсердий.

Трепетание предсердий заключается в том, что предсердия сокращаются до 200-400 раз в минуту без диастолической паузы, при этом может сохраняться сохранности ритмичный предсердный ритм.

Мерцание предсердий характеризуется беспорядочным подёргиванием отдельных мышечных волокон предсердий, желудочковые сокращения при этом тоже аритмичны.

Трепетание предсердий

Трепетание предсердий может быть пароксизмальным или существует длительно (до 2 недель и более). Превалируют жалобы на сердцебиения, иногда одышку и боли в области сердца. При осмотре отмечается ундуляция (лат. *undulatus* волнообразный - феномен распространения ударной волны через жидкость) шейных вен, аускультативно - тахикардия. При сокращении желудочков более 150 в 1 мин и длительном персистировании (лат. *persisto* - постоянно пребывать, оставаться) трепетаний предсердий развивается клиника недостаточности кровообращения. В остальном симптоматика зависит от основного заболевания.

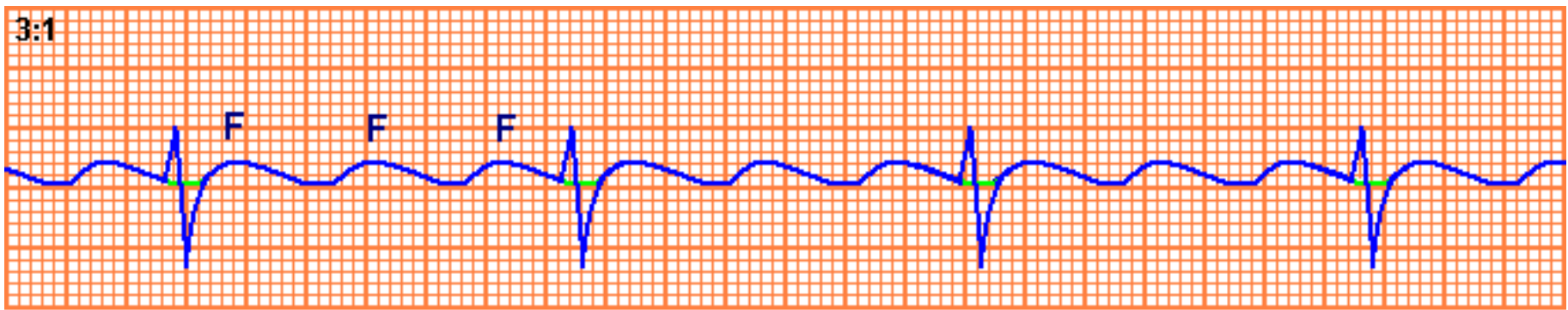


ЭКГ-признаки трепетания предсердий:

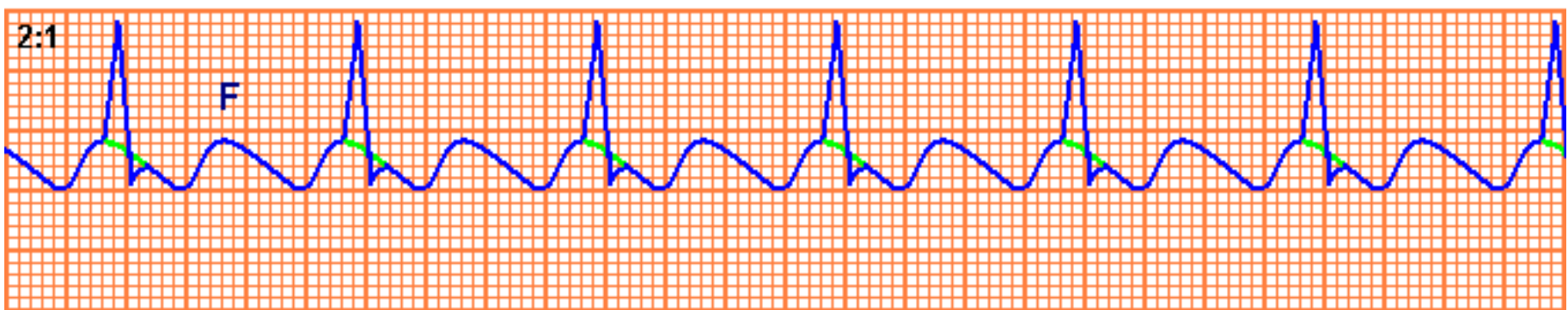
Вместо зубцов *P* регистрируются волны трепетания *f* пилообразной формы, лучше всего выраженными в отведениях *II*, *III*, *aVF* и *V1*, одинаковые по длине, форме и высоте, с крутым восходящим и пологим нисходящим коленами ("зубцы пилы"), с частотой от 200 до 400 в 1 мин.

Благодаря функциональной АВ-блокаде на желудочки проводится каждый второй, третий или четвёртый импульс.

Число желудочковых комплексов обычно не превышает 120-150 в 1 мин; желудочки сокращаются в правильном ритме. Иногда отмечается чередование трепетаний и мерцаний предсердий.



Зелёным цветом показано теоретическое "продолжение зубца F"



Показание к хирургическому лечению трепетания предсердий

Принципиально важно отличать трепетание предсердий от фибрилляции предсердий.

Трепетание предсердий является **хирургической** патологией.

Катетерная абляция устраняет трепетание предсердий более чем у 90% пациентов.

Мерцание предсердий

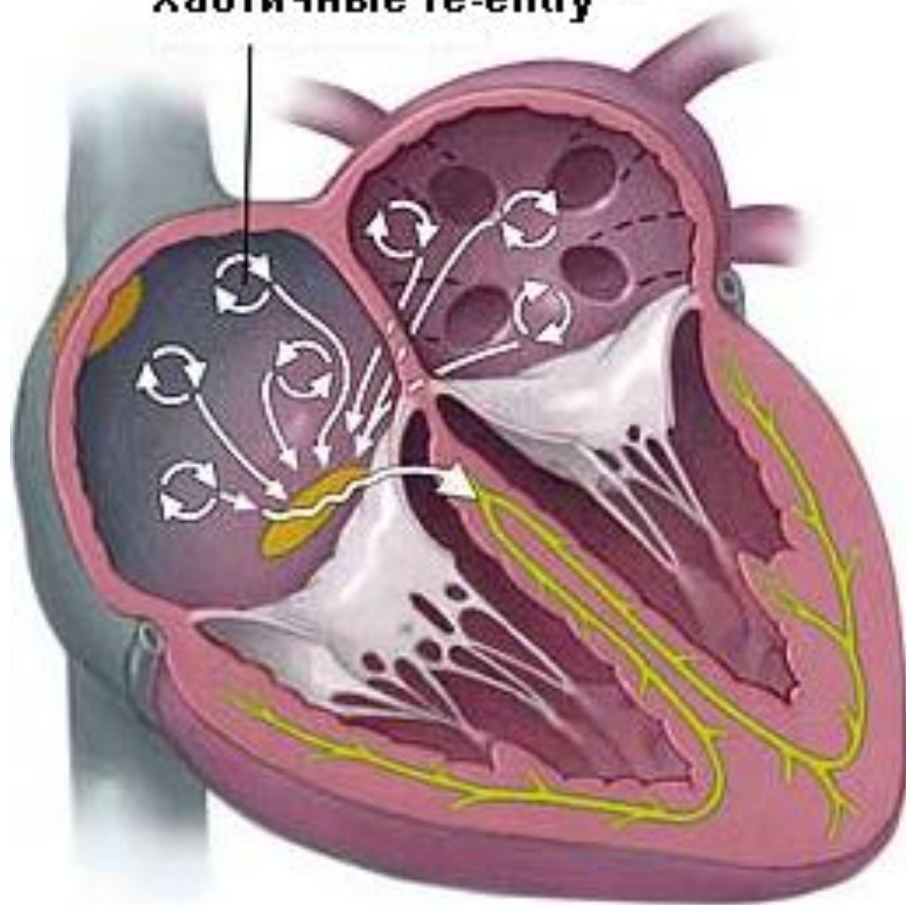
... (син. мерцательная аритмия, фибрилляция предсердий) - хаотичный предсердный ритм, характеризующийся некоординированными между собой частыми сокращениями отдельных мышечных волокон предсердий.

Различают три основные **формы** мерцания предсердий – пароксизмальную, персистирующую (рецидивирующую) и постоянную (хроническую). В большинстве случаев пароксизмальная форма мерцания предсердий трансформируется в хроническое мерцание предсердий.

По **частоте** желудочковых сокращений мерцательная аритмия делится на:

- тахисистолическую (ЧСС 90 и более),
- нормосистолическую (ЧСС 60-90)
- брадисистолическую (ЧСС менее 60).

Хаотичные re-entry



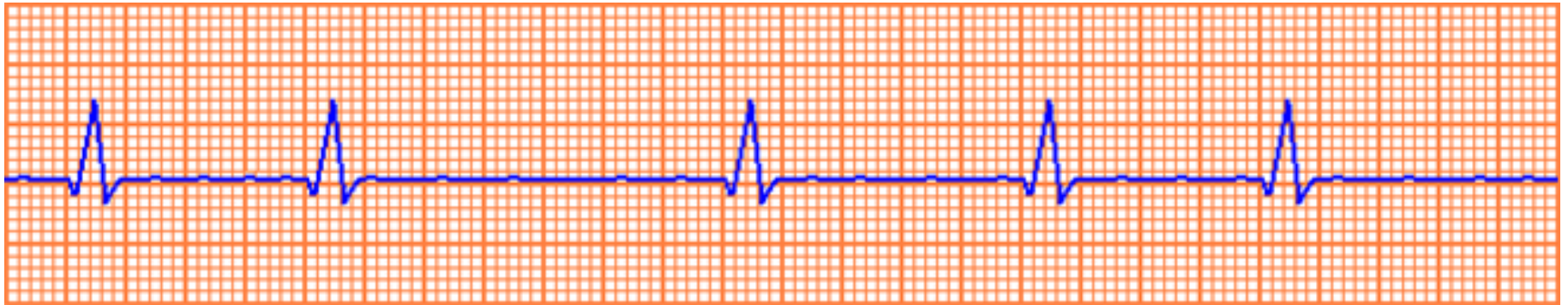
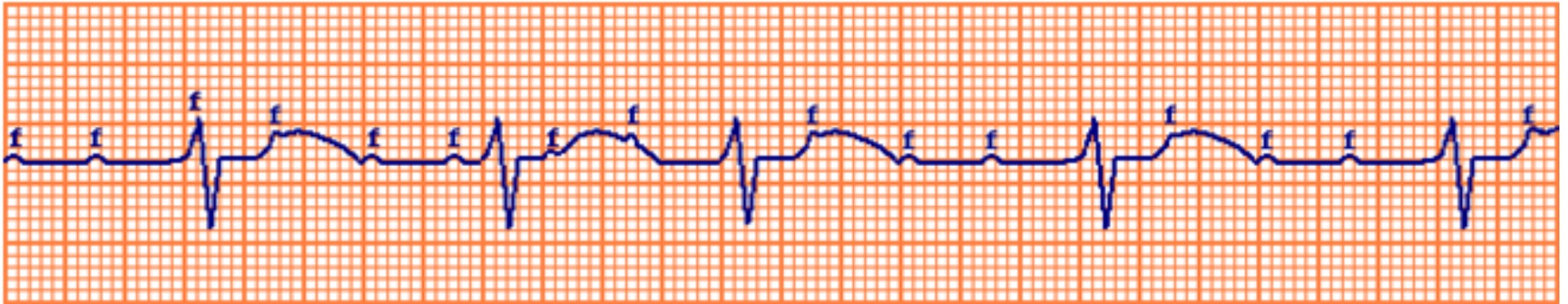
Фибрилляция предсердий



ЭКГ-признаки мерцания предсердий

- - **отсутствие зубцов P**, вместо которых регистрируются беспорядочные волны мерцания *f* (от *fibrillation* - фибрилляция) с частотой 350-600 в 1 мин. Эти волны, отражающие возбуждение отдельных участков предсердий очагами микрори-энтри, могут иметь различную амплитуду и длительность - от относительно крупных до практически не дифференцирующихся от неровностей изолинии, даже в отведениях *V1-V2, II, III, aVF*, где они обычно лучше всего видны. Различают крупноволнистые (волны по амплитуде больше 1 мм) и мелковолнистые (амплитуда волн меньше 1 мм) формы мерцательной аритмии. **Но** клинического значения выделение различных форм мерцательной аритмии **не имеет**;
- - **неправильный ритм желудочков**, при этом все интервалы *R-R* разные, без каких-либо закономерностей колебаний их величин, как, например, при экстрасистолии. Без адекватного лечения ритм обычно учащён в пределах 130-160 в 1 мин, достигая подчас 180, а при функционировании добавочных предсердно-желудочковых путей - 200 и более в 1 мин. Однако он может быть и меньше 100 в 1 мин;
- - **электрическую альтернацию** (от лат. *alteratio* - изменение), т.е. небольшие колебания амплитуды зубцов комплекса *QRS*, форма которого в большинстве случаев не изменена по сравнению с такой при синусовом ритме. При этом комплексы *QRS* чаще узкие или, реже, при наличии сопутствующей стойкой блокады ножки пучка Гиса уширены с соответствующей графикой.

Различные формы мерцания предсердий



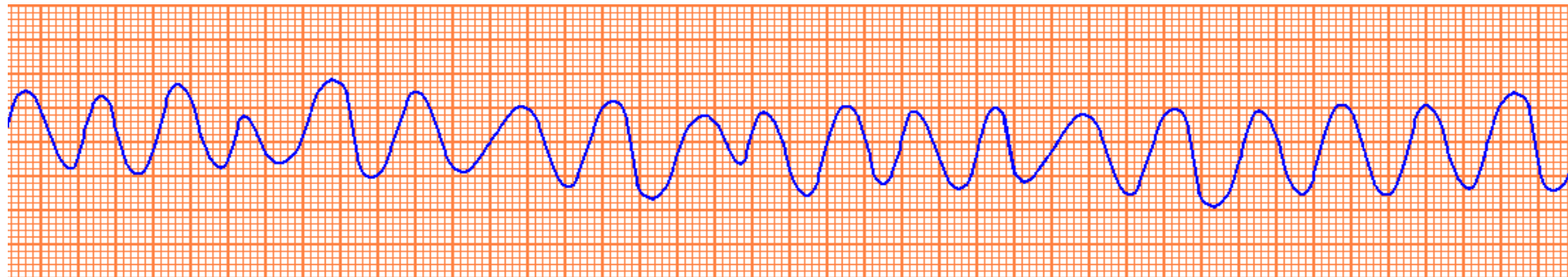
Трепетание желудочков

... - частое (200-300 в 1 мин) **ритмичное** сокращение желудочков, обусловленное устойчивым круговым движением локализованного в них импульса.

Трепетание обычно быстро переходит в фибрилляцию (мерцание) желудочков с беспорядочным, нерегулярным сокращением отдельных мышечных волокон частотой 250-500 в 1 мин.

ЭКГ при трепетании желудочков:

- 1) регулярные, ритмические волны, напоминающие синусоидную кривую;
- 2) частота волн 180—300 в 1 мин;
- 3) между волнами нет изоэлектрической линии;
- 4) зубцы *P* и *T* не определяются.



Фибрилляция желудочков

... — форма сердечной аритмии, характеризующаяся полной асинхронностью сокращения отдельных волокон миокарда желудочков, обуславливающей утрату эффективной систолы и сердечного выброса. Электрофизиологические исследования показывают, что, хотя это не всегда ясно видно на ЭКГ, фибрилляция желудочков обычно начинается с желудочковой тахикардии: формируется контур повторного входа возбуждения, который затем распадается на множество мелких контуров.

В случае электрического или механического воздействия на сердце в момент окончания его сокращения (на электрокардиограмме это «запретная зона») синусовый узел теряет контроль над сокращением мышечных волокон и они начинают сокращаться каждое в своём ритме.



Хаотичные сокращения мышечных волокон на ЭКГ выглядят как пилообразная кривая — фибрилляция сердца.

С момента появления хаотичных сокращений (фибрилляции) прекращается выброс крови в сосуды. Пациент в течение нескольких секунд теряет сознание, у него расширяются зрачки и исчезает пульс на сонной артерии. Наступает клиническая смерть. Однако на электрокардиограмме еще в течение нескольких минут отмечается пилообразная кривая, которая постепенно переходит в сплошную изолинию — асистолию сердца.

220В

Синусовый
узел



**Момент возникновения фибрилляции сердца
и наступления клинической смерти.**

Синусовый
узел



**Фибрилляция сердца,
перехолящая в асистолию (изолинию).**

Электрокардиограмма при мерцании желудочков:

- 1) непрерывно **меняющиеся** по форме, длительности, высоте и направлению **волны**;
- 2) между ними **нет** изоэлектрической линии;
- 3) частота их 150—300 в 1 мин.

