

SYNAPSE

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

2-ое издание

СВОБОДНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SYNAPSE

Автор текста: команда Synapse

Дизайн: Ольга Вайсер

Содержание

Введение	4
Регистрация ЭКГ	5
Основные понятия	5
Размещение электродов	5
Анатомические взаимоотношения отведений	6
Лента ЭКГ	6
Компоненты ЭКГ	7
Основные понятия	7
Ключевые компоненты	7
Механизм работы электрокардиографа	8
Деполаризация и дипольные векторы	9
Проводящая система сердца	10
Деполаризация	10
Считывание деполаризации на ЭКГ	11
Алгоритм интерпретации ЭКГ	14
Определение ритма	15
Определение частоты сердечных сокращений	15
Определение оси сердца	16
Проверь себя!	19
Оценка зубца Р	21
Оценка интервала PR	23
Оценка комплекса QRS	24
Оценка сегмента ST	27
Оценка зубца Т	29
Оценка интервала QT	30
Оценка зубца U	31
ЭКГ-патологии	32
Инфаркт миокарда	32
Проверь себя!	35
Суправентрикулярные тахикардии	37
Синусовая тахикардия	37
Атриовентрикулярная узловая реципрокная тахикардия	38
Пароксизмальная реципрокная тахикардия	39
Синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта	40
Фокальная (эктопическая) предсердная тахикардия	41
Мультифокальная предсердная тахикардия	42
АВ-узловая тахикардия	43
Трепетание предсердий	44
Фибрилляция предсердий	44

Содержание

Проверь себя!	45
Желудочковые тахикардии	47
Мономорфная желудочковая тахикардия	47
Полиморфная желудочковая тахикардия	47
Torsades de pointes	47
Трепетание желудочков	47
Фибрилляция желудочков	48
Атриовентрикулярные блокады	49
АВ-блокада 1 степени	49
АВ-блокада 2 степени Мобитц I	49
АВ-блокада 2 степени Мобитц II	50
АВ-блокада 3 степени	51
Внутрижелудочковые блокады	52
Проверь себя!	54
Гипертрофии	56
Гипертрофия левого желудочка	56
Гипертрофия правого желудочка	56
Наследственные каналопатии	57
Синдром Бругада	57
Синдром удлиненного интервала QT	57
Неспецифические изменения ЭКГ при других патологиях	58
ЭКГ: вопросы и ответы	59
Кейсы	68

Введение

ЭКГ - один из самых популярных неинвазивных методов исследования, информативность которого может стать решающей в постановке диагноза, определения тактики лечения, а порой и спасения жизни пациента.

Но что делать, если одно упоминание об интерпретации ЭКГ наводит страх? Не знаешь название зубцов и чем отличается трепетание от фибрилляции желудочков? А АВ-блокады вообще вводят в ступор?

Команда Synapse решит твою проблему, поможет разобраться в ключевой терминологии и приоткроет дверь в проводящую систему сердца!

В данном пособии мы разобрали основы регистрации и последовательности интерпретации ЭКГ, а также только high yield патологии, выявляемые с помощью данного метода исследования.

Благодарим за выбор руководства и желаем приятного прочтения!

Онлайн-курс подготовки к USMLE Step 1 -
[оставить заявку на обучение](#)



[официальный сайт](#)
[медицинской школы Synapse](#)



[Мы Вконтакте](#)



[Мы в Telegram](#)

Регистрация ЭКГ

*В данной главе мы разберем основы, которые необходимо знать специалисту, чтобы работать с электрокардиографом.

Основные понятия

1. **ЭКГ** представляет собой запись электрической активности сердца, которая регистрируется с помощью внешних электродов и расшифровывается на миллиметровой бумаге в виде отведений.
2. **Электроды** - электрические проводники между пациентом и электрокардиографом.
3. **Отведения** - графическое представление векторов деполяризации сердца.
 - **Шесть грудных отведений** (V1–V6) регистрируют электрическую активность сердца в горизонтальной плоскости.
 - **Шесть отведений от конечностей** (I, II, III (стандартные), aVL, aVF, aVR (усиленные) фиксируют электрическую активность сердца в вертикальной плоскости.

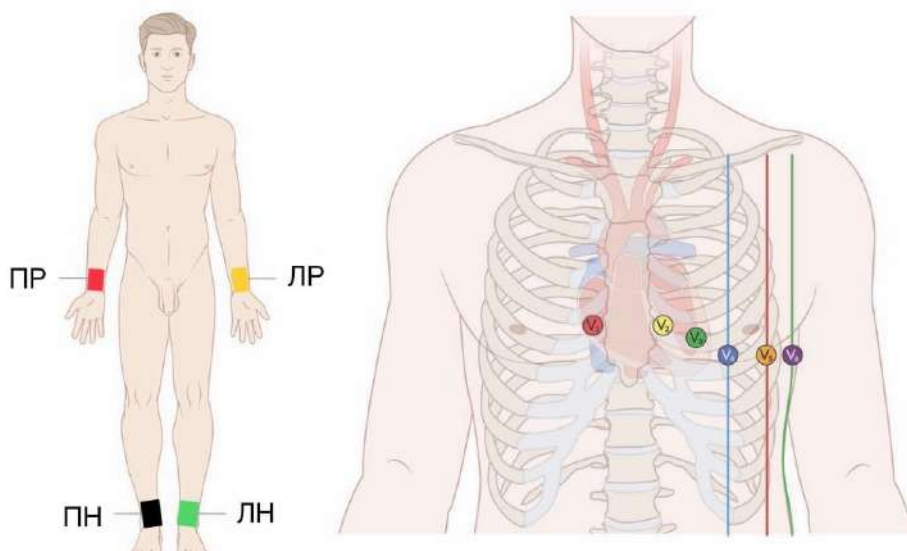
Размещение электродов

Четыре электрода на конечности

- Левая рука - **желтый**
- Правая рука - **красный**
- Левая нога - **зеленый**
- Правая нога - **черный**

Шесть грудных электродов

- **V1**: четвертое межреберье, правая парастернальная область
- **V2**: четвертое межреберье, левая парастернальная область.
- **V3**: посередине между V2 и V4
- **V4**: пятое межреберье по левой среднеключичной линии.
- **V5**: пятое межреберье по левой передней подмышечной линии.
- **V6**: пятое межреберье по левой средней подмышечной линии.



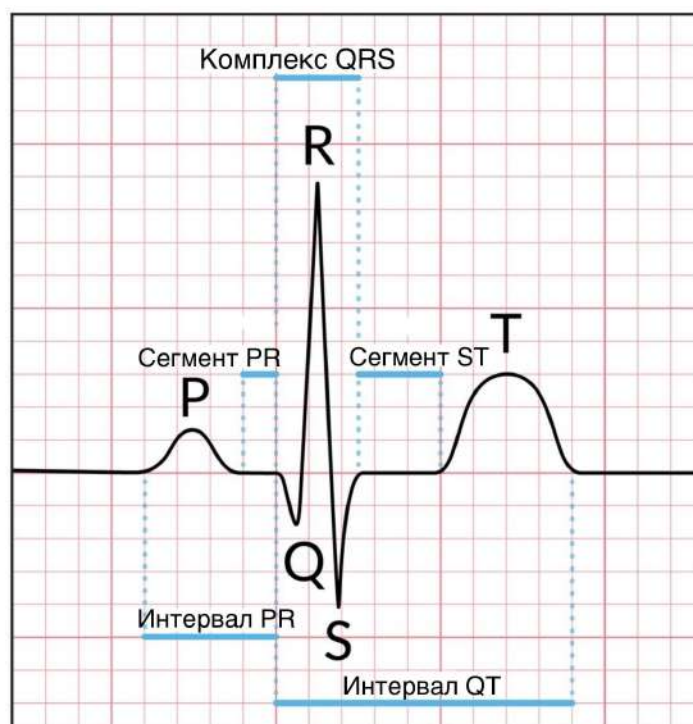
Компоненты ЭКГ

Основные понятия

1. **Зубец** - отклонение линии ЭКГ из-за любого изменения электрической активности сердца (например, зубец P, зубец T)
 - **Положительное (вверх) отклонение** - электрический импульс движется к электроду.
 - **Отрицательное (вниз) отклонение** - электрический импульс удаляется от электрода.
 - **Равнофазное (в равной степени вверх и вниз) отклонение** - электрический импульс движется перпендикулярно электроду
 - Некоторые зубцы образуют **комплексы** (например, комплекс QRS)
2. **Сегмент** - линия между двумя соседними зубцами (сегмент ST).
3. **Интервал** - включает сегмент и один (или более) зубец (интервал PR)

Ключевые компоненты

1. **Зубец P** - деполяризация предсердий, возникающая в синоатриальном узле (SA)
2. **Интервал PR** - деполяризация, возникающая в SA узле и распространяющаяся через предсердия, AV-узел и систему Гиса-Пуркинье.
3. **Комплекс QRS** - деполяризация желудочков
4. **Сегмент ST** - промежуток между деполяризацией и реполяризацией желудочков.
5. **Зубец T** - реполяризация желудочков
6. **Интервал QT** - общее время деполяризации и реполяризации желудочков.
7. **Зубец U** - возникает после зубца T; точное происхождение неизвестно

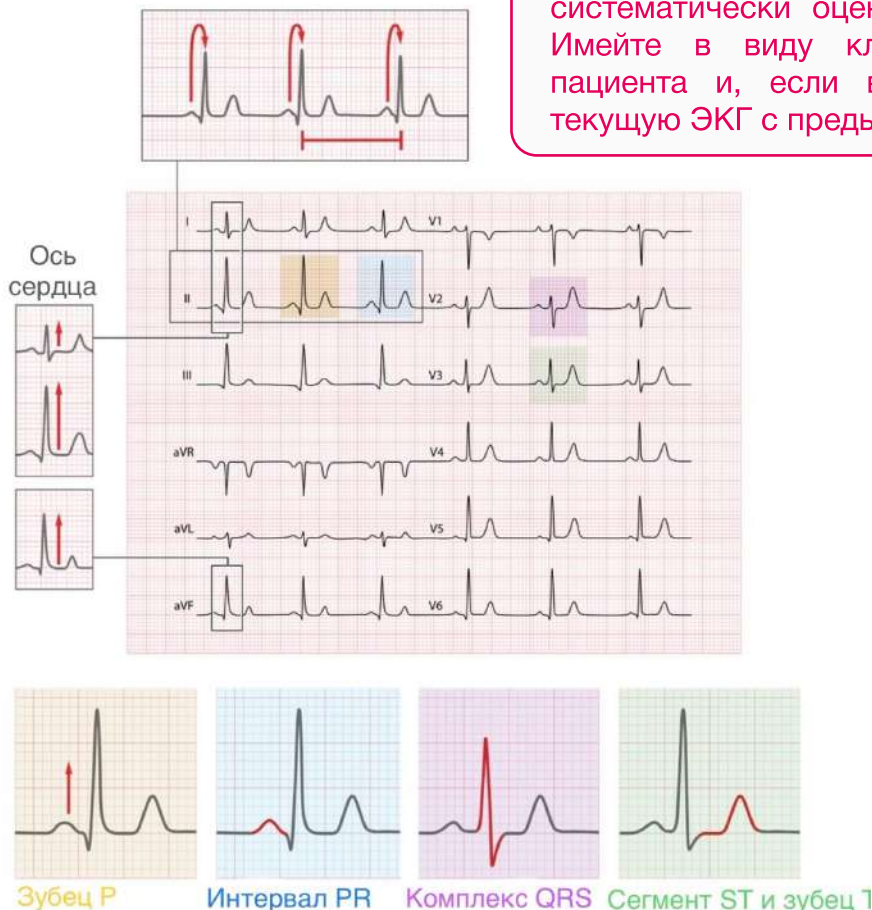


Алгоритм интерпретации ЭКГ

*перед анализом проверьте данные пациента, дату и время проведения ЭКГ и калибровку аппарата.

1. Определите ритм (лучше всего во II отведении)
2. Определить ЧСС (любое отведение)
3. Определите ось сердца (отведения I, II и aVF).
4. Оцените морфологию и размер зубца P (лучше всего в отведении II).
5. Измерьте продолжительность интервала PR (обычно лучше всего виден в отведении II).
6. Оцените морфологию, размер и продолжительность комплекса QRS (посмотрите на все отведения по отдельности)
7. Оцените морфологию сегмента ST (рассмотрите все отведения по отдельности)
8. Оцените морфологию зубца T (рассмотрите все отведения по отдельности)
9. Измерьте продолжительность интервала QT
10. Оцените морфологию зубца U, если он присутствует (обычно лучше всего виден в отведениях V2-V4).

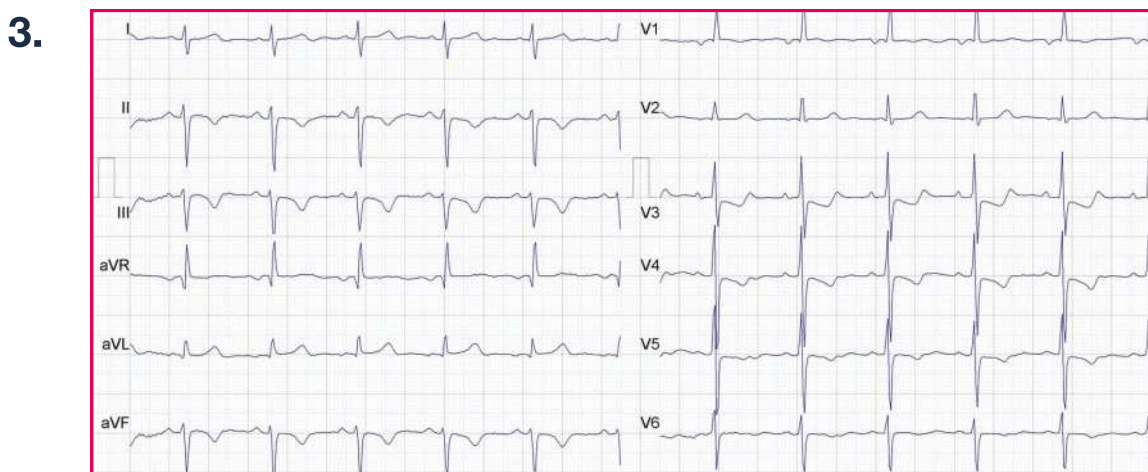
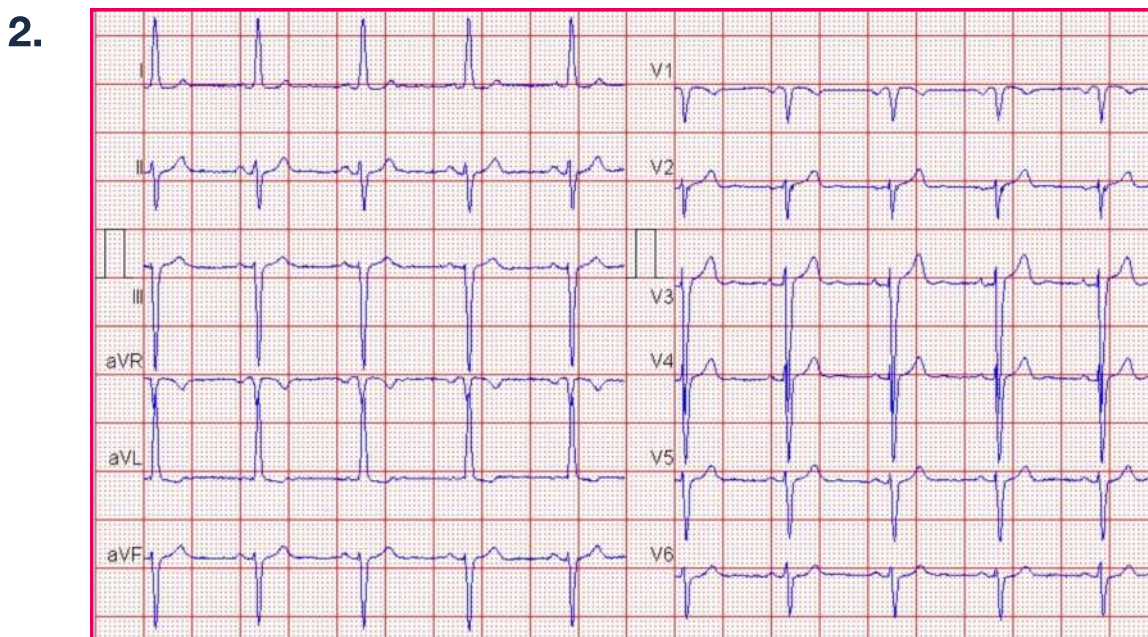
NB! Точная последовательность, в которой оцениваются эти компоненты, может варьироваться; важно систематически оценивать каждую ЭКГ. Имейте в виду клиническую картину пациента и, если возможно, сравните текущую ЭКГ с предыдущими.



Проверь себя!

Предлагаем проверить знания по первым трем пунктам алгоритма интерпретации ЭКГ.

Определите ритм, ЧСС и ось сердца в следующих ЭКГ
(скорость ленты 25 мм/с)



Оценка сегмента ST

Физиология

- представляет собой **интервал между деполяризацией и реполяризацией желудочков**

Морфология

- Горизонтальная изоэлектрическая линия, но перед зубцом T она может немного подниматься вверх.
- Простирается от точки J (конец зубца S) до начала зубца T.

Аномалии сегмента ST

Аномалии	ЭКГ	Этиология	
Элевация ST	Одно из следующего: <ul style="list-style-type: none"> • $\geq 0,1$ мВ в отведениях от конечностей • $\geq 0,2$ мВ в прекардиальных отведениях 	<ul style="list-style-type: none"> • Нормальная находка: небольшая вогнутая элевация ST у молодых здоровых взрослых из-за ранней реполяризации. • ИМпST: значительная элевация сегмента ST в ≥ 2 анатомически смежных отведениях • БЛНПГ • Перикардит • Легочная эмболия • Узор Бругада • Аневризма левого желудочка 	
Депрессия ST	<ul style="list-style-type: none"> • $\geq 0,05$ мВ (или 0,5 мм) в отведениях V2 и V3 • $\geq 0,1$ мВ во всех других отведениях 	<ul style="list-style-type: none"> • Нисходящая депрессия ST или горизонтальная депрессия ST • Восходящая депрессия ST 	<ul style="list-style-type: none"> • Субэндокардиальная ишемия миокарда, т.е. ИМбпST • Стресс-индуцированная ишемия миокарда • Реципрокное изменение после инфаркта миокарда
		<ul style="list-style-type: none"> • Депрессия сегмента ST провисающего типа 	<ul style="list-style-type: none"> • Дигоксин
		<ul style="list-style-type: none"> • Вторичные нарушения реполяризации 	<ul style="list-style-type: none"> • Гипертрофия желудочков • БЛНПГ
		<ul style="list-style-type: none"> • Неспецифическая депрессия сегмента ST 	<ul style="list-style-type: none"> • Гипокалиемия
Зубец J	<ul style="list-style-type: none"> • Положительный прогиб в точке J 	<ul style="list-style-type: none"> • Синдром Бругада • Идиопатическая фибрилляция желудочков • Гиперкальциемия • Гипотермия 	

ЭКГ-патологии

В данной главе мы рассмотрим и научимся интерпретировать основные патологии, выявляемые на ЭКГ.

Инфаркт миокарда

Различают инфаркт миокарда с подъемом с подъемом сегмента ST (**ИМсST**) и инфаркт миокарда без подъема сегмента ST (**ИМбпST**).

ИМпST

Острая стадия: продолжается поражение миокарда.

- Сверхострые зубцы T
- Элевация ST в двух смежных отведениях с реципрокной депрессией ST

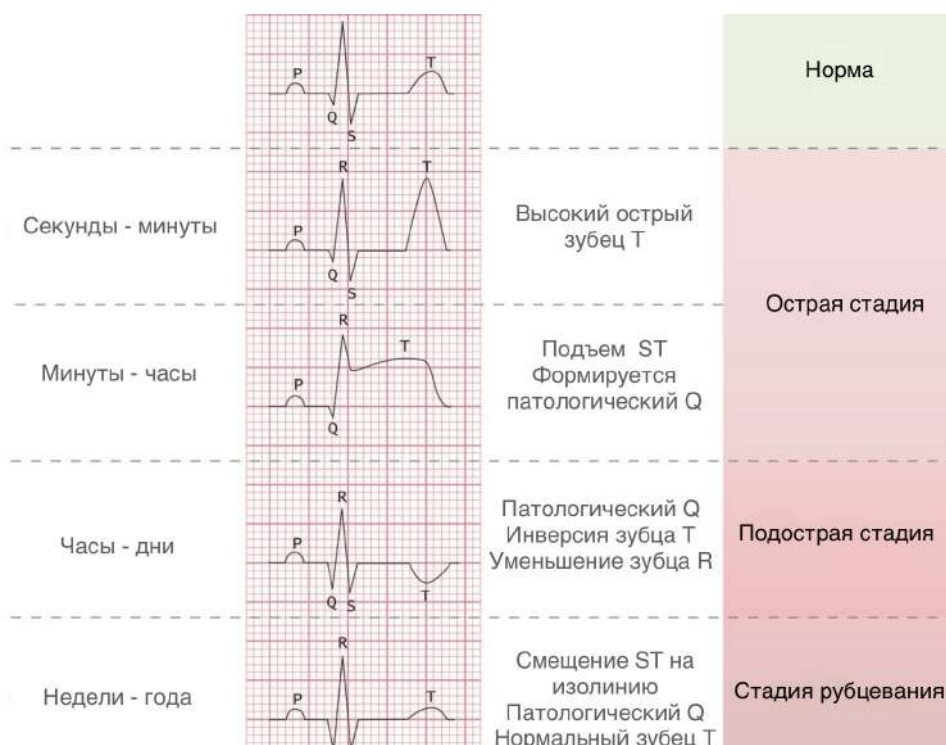
Подострая стадия: присутствует некроз миокарда.

- Отсутствие зубца R
- Инверсия зубца T
- Патологические зубцы Q
 - а) Продолжительность $\geq 0,04$ секунды
 - б) Амплитуда $\geq \frac{1}{4}$ зубца R или $\geq 0,1$ мВ
 - в) Любой зубец Q в отведениях V1–3

Стадия рубцевания:

- Стойкие, широкие и глубокие зубцы Q
- Часто неполное восстановление зубцов R
- Возможна постоянная инверсия зубца T.

*Некоторые источники выделяют **острейшую стадию**, характерной чертой которой является монофазная кривая («кошачья спинка»), образованная сегментом ST, который сливается с положительным зубцом T



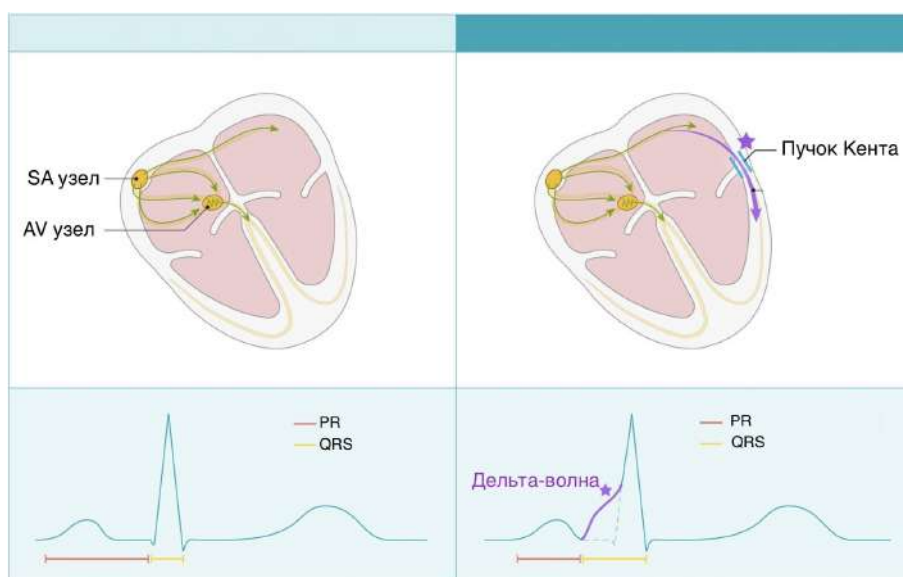
Синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта

Врожденное заболевание, характеризующееся периодическими тахикардиями и признаками преждевременного возбуждения желудочков на ЭКГ, возникающих из-за наличия дополнительного пути, известного как **пучок Кента**

Паттерн Вольфа-Паркинсона-Уайта: характерные признаки преждевременного возбуждения желудочков на ЭКГ без признаков аритмии и без зарегистрированных симптомов

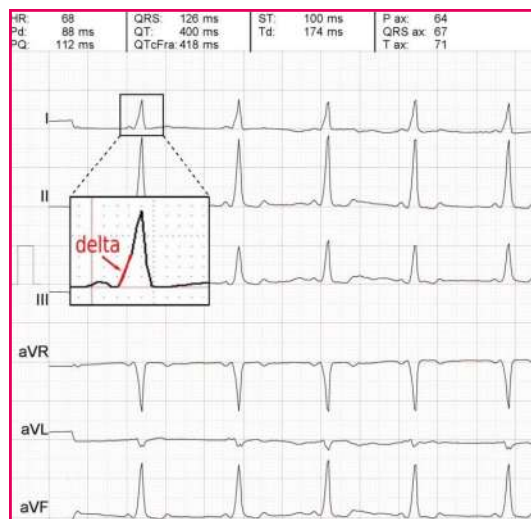
Патофизиология

- Врожденный дополнительный путь, пучок Кента, соединяет предсердия и желудочки, минуя АВ-узел и приводя к преждевременному возбуждению желудочков.
- Может быть связан со структурными аномалиями сердца, в частности с аномалией Эбштейна
- Около 10% пациентов имеют несколько дополнительных путей (чаще при сопутствующем структурном заболевании сердца).
- Может протекать бессимптомно (паттерн WPW) или сопровождаться аритмиями (синдром WPW), в том числе.



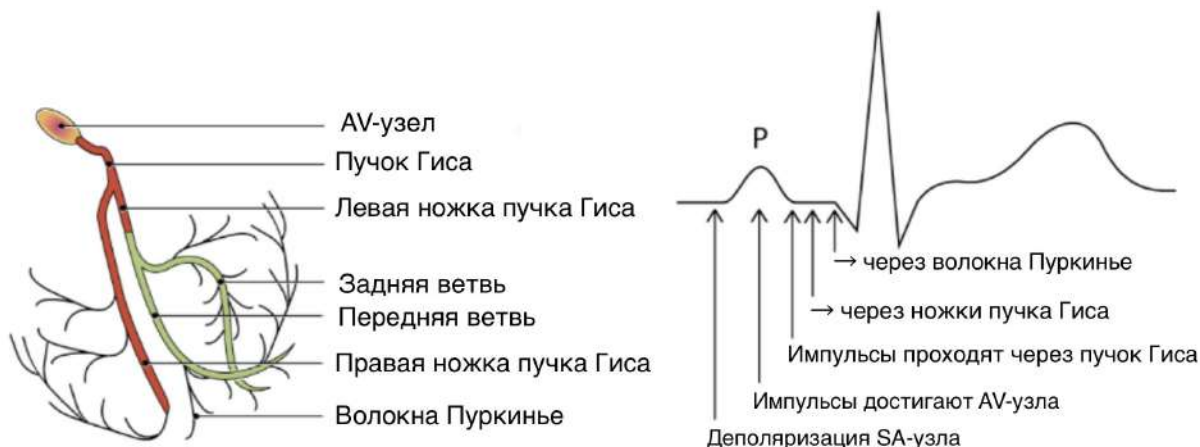
ЭКГ-признаки

- Короткий интервал PR
- Дельта-волна: подъем вверх в начале комплекса QRS, вторичный по отношению к преждевременному возбуждению.
- Расширенный комплекс QRS
- Аритмии
- Частота сердечных сокращений может быть очень высокой (> 200–250 в минуту)



Внутрижелудочковые блокады

Нормальная внутрижелудочковая проводимость



Патофизиология

Внутрижелудочковые блокады имеют характерный паттерн на ЭКГ – **расширенный QRS (>120мс) при нормальном зубце Р**. Это происходит из-за нарушения проведения по одной из ножек пучка Гиса.

Если блокада справа, то импульс сначала возбудит левый желудочек, а потом уже охватит правый и общая деполяризация желудочков займет больше времени, поэтому комплекс QRS расширен. Эта же логика действует и в обратном направлении – при блокаде слева, сначала импульс придет в правый желудочек, а потом распространится на левый.

Блокады на ЭКГ

БЛНПГ

- Широкие зазубренные зубцы R в отведениях V5, V6 (формирующие характерную форму W)
- Отсутствие зубца R в отведении V1
- Глубокие S-волны (образующие характерную W-образную форму)
- Выпадение зубцов Q в боковых отведениях

БЛППГ

- Комплекс rsr' , rsR' или rSR' (образующий характерные «кроличьи уши» или M-образную форму) в отведениях V1, V2
- Высокий вторичный зубец R в отведении V1
- Широкий зубец S в отведениях I, V5, V6
- Сопутствующая особенность: депрессия сегмента ST и инверсия зубца T в отведениях V1, V2 и иногда V3

NB! Мнемоника на запоминание:

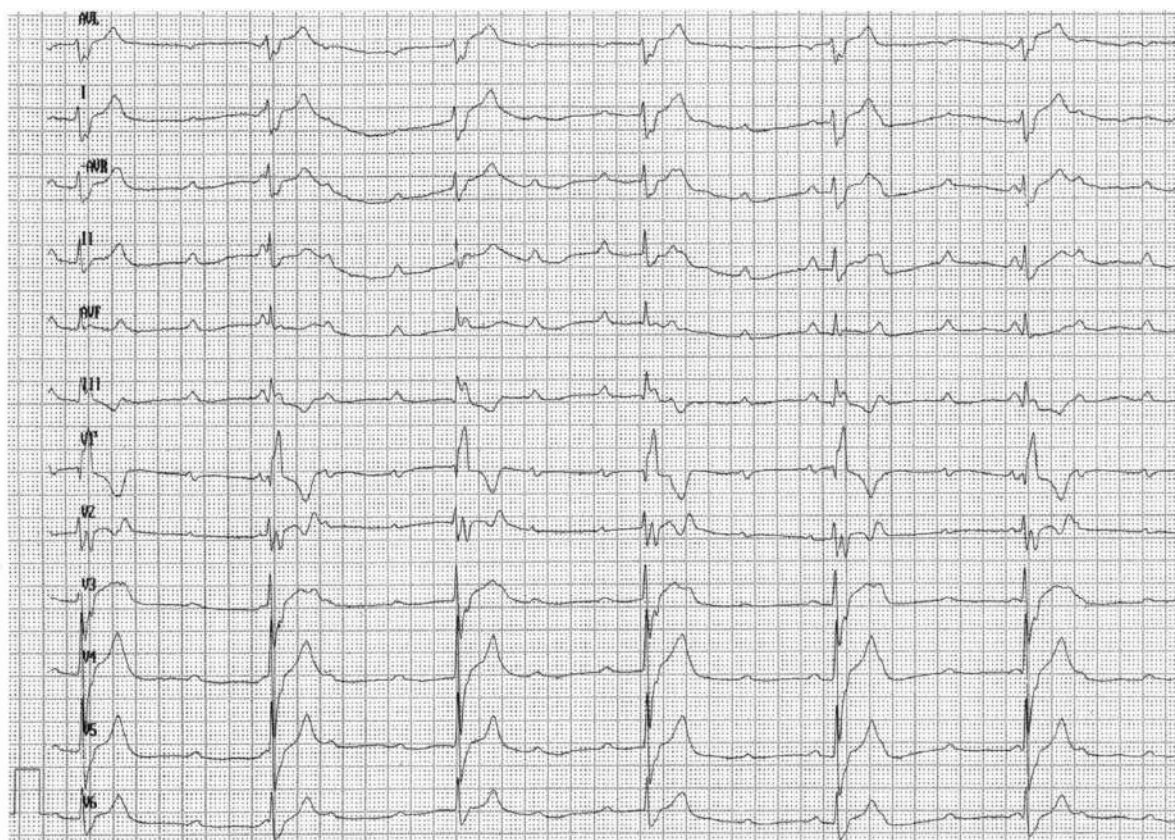
При блокаде ЛНПГ QRS выглядит как W в V1 и M в V6 (WILLiAM),

При блокаде ПНПГ QRS выглядит как M в V1 и W в V6 (MoRRoW).

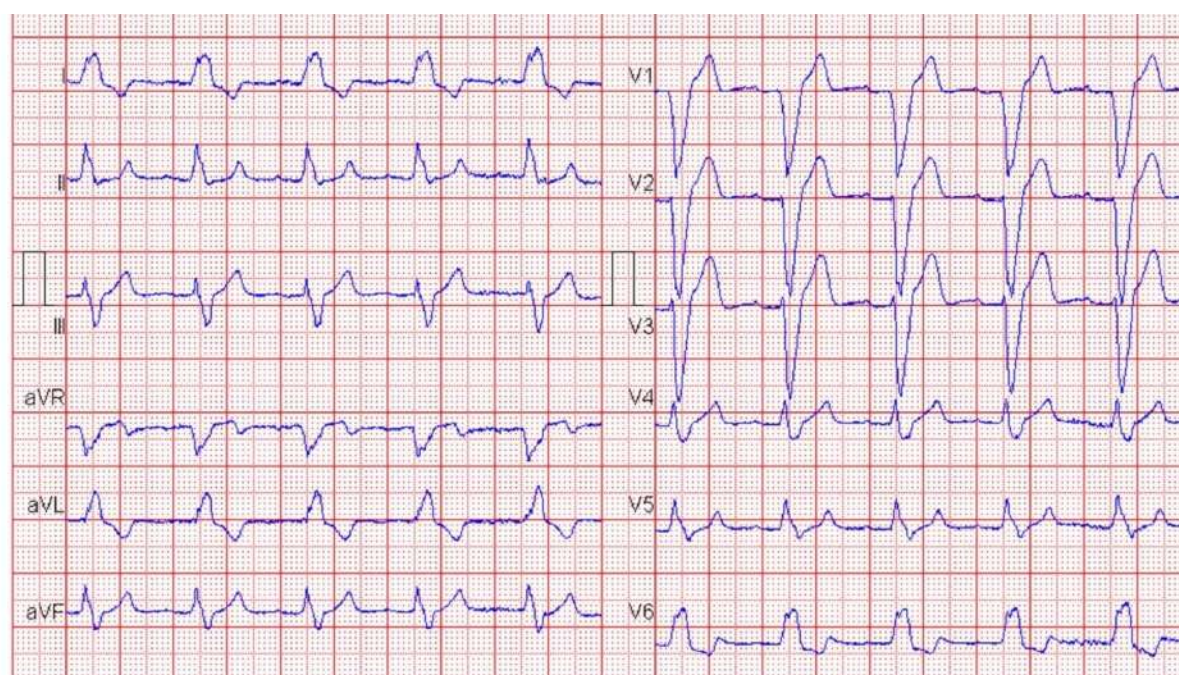
Проверь себя!

Определите блокады, визуализированные на ЭКГ

ЭКГ №1



ЭКГ №2



ЭКГ: вопросы и ответы

С целью закрепления полученных знаний, заключительный раздел нашего пособия будет посвящен ответам на самые high yield вопросы по интерпретации ЭКГ.

1. Какие вольтажные признаки чаще всего используются для диагностики гипертрофии левого желудочка?

Для электрокардиографической диагностики гипертрофии левого желудочка были установлены многочисленные критерии, но наиболее часто используются в клинической практике следующие из них:

- Зубец R в V5-V6 + зубец S в V1-V2 > 35 мм
- Зубец R в отведении I + зубец S в отведении III > 25 мм

2. Какие невольтажные ЭКГ-признаки указывают на гипертрофию левого желудочка?

- Увеличение левого предсердия
- Расширенный комплекс QRS > 90 мс
- Аномалии реполяризации (аномалии сегмента ST и зубца T)
- Отклонение оси сердца влево
- Пиковое время зубца R > 50 мс

3. Какие критерии чаще всего используются для диагностики гипертрофии правого желудочка?

- Зубец R в V1 \geq 7 мм
- Отношение зубца R/S в V1 > 1

4. Какие критерии используются для диагностики гипертрофии левого предсердия?

- Ширина зубца P > 0,12 с в нижних отведениях (при этом обычно с зубец P с двойной вершиной)
- Конечная часть зубца P в отведении V1 шириной \geq 0,04 и глубиной \geq 1 мм.

5. Какая ЭКГ-картина свидетельствует о расширении правого предсердия?

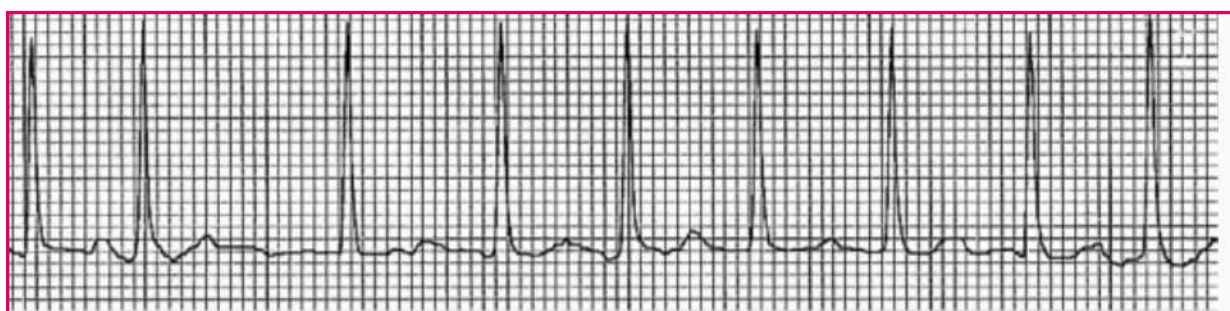
- Высота зубца P в нижних отведениях (II, III и aVF) \geq 2,5–3 мм.

Кейс №13

Мужчина 68 лет поступил в отделение неотложной помощи с жалобами на нарастающее затрудненное дыхание, головокружение, «трепетание» в груди в течение 5 часов. В прошлом у него была диагностирована сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса, но он не принимает никаких лекарств.

Лихорадки нет, пульс 135 ударов в минуту, АД 100/60 мм рт. Физикальное обследование выявляет двусторонние хрипы в нижних отделах легких и снижение пульса на всех четырех конечностях. Тропонин-I в норме. Показана ЭКГ.

Что из следующего является наиболее вероятным объяснением затрудненного дыхания у этого пациента?



- a) Аритмия вследствие острого трансмурального инфаркта миокарда
- b) Снижение сердечного выброса вторично по отношению к уменьшению преднагрузки с отсутствием предсердного толчка
- c) Патология с механизмом re-entry
- d) Дистрибутивный шок вследствие пневмонии
- e) Правожелудочковая недостаточность вследствие легочной гипертензии