

**Краткие основы ЭКГ.  
Электрокардиография в диагностике  
острого коронарного синдрома**

2020 год.

Подготовил Макаров Е.Л.

Значение ЭКГ **в диагностике ОКС** трудно переоценить. Это не только важнейший инструмент диагностики, но и первостепенный фактор в выборе стратегии начального лечения.

ЭКГ должна быть зарегистрирована в течение **первых 10 минут** при продолжающемся ко времени осмотра болевом приступе и как можно более быстро в тех случаях, когда боль ко времени осмотра уже прошла.

### **ВНИМАНИЕ!**

**нормальная электрокардиограмма - не всегда означает здоровье - при некоторых заболеваниях может быть нормальная ЭКГ;  
отклонения ЭКГ от нормы - не диагноз - диагноз ставится только на основании совокупности ряда данных.**

### **Проводящая система сердца (ПСС) – рис.1**

Комплекс анатомических образований сердца (узлов, пучков и волокон), состоящих из атипичных мышечных волокон (сердечные проводящие мышечные волокна) и обеспечивающих координированную работу разных отделов сердца (предсердий и желудочков), направленную на обеспечение нормальной сердечной деятельности.

ПСС обеспечивает точную координацию сокращений миллионов отдельных клеток сердечной мышцы, необходимую для того, чтобы насосная функция сердца была эффективной. ПСС состоит из двух взаимосвязанных частей: синоатриальной (синусно-предсердной) и атриовентрикулярной (предсердно-желудочковой).

**Синусовый узел**, узел Кис-Флака, или **синоатриальный узел** (лат. *nódus sinuatriális*) (САУ) расположен субэндокардиально в стенке правого предсердия. В норме является водителем ритма первого порядка. Это важнейший центр проводящей системы сердца, содержит клетки-пейсмекеры (pacemaker или Р-клетки), которые генерируют электрический импульс. Возникающий импульс обеспечивает формирование между кардиомиоцитами потенциала действия, формируется возбуждение и сердечное сокращение. Синоатриальный узел, как и другие отделы проводящей системы, обладает автоматизмом. Синоатриальный узел обладает автоматизмом в большей степени, и в норме он подавляет все другие очаги возникающего возбуждения. Помимо Р-клеток, в узле есть ещё Т-клетки, которые проводят возникший импульс к предсердиям. Частота вырабатываемых импульсов в норме от 60 до 90 в мин.

**Проводящие пути предсердий.** От синусового узла возникшее возбуждение передаётся по межпредсердному пучку и межузловым трактам. 3 межузловых тракта — передний, средний, задний могут еще сокращённо обозначать латинскими буквами по первой букве фамилии учёных, описавших

эти структуры. Передний обозначают буквой В (описал данный тракт немецкий учёный Bachman), средний — W (в честь патологоанатома Wenckebach, задний — Т (по первой букве изучавшего задний пучок учёного Thorel). Межпредсердный пучок соединяет правое предсердие с левым при передаче возбуждения, межузловые тракты несут возбуждение от синусового узла к следующему звену проводящей системы сердца — атриовентрикулярному узлу со скоростью около 1 м/с.

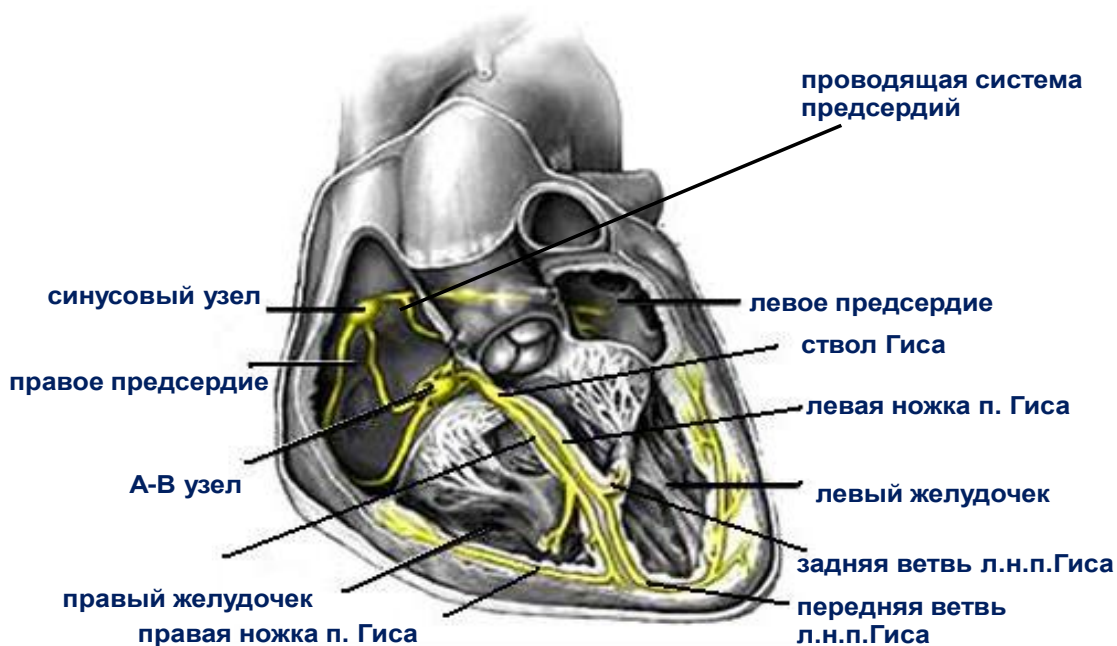


Рис. 1 Проводящая система сердца

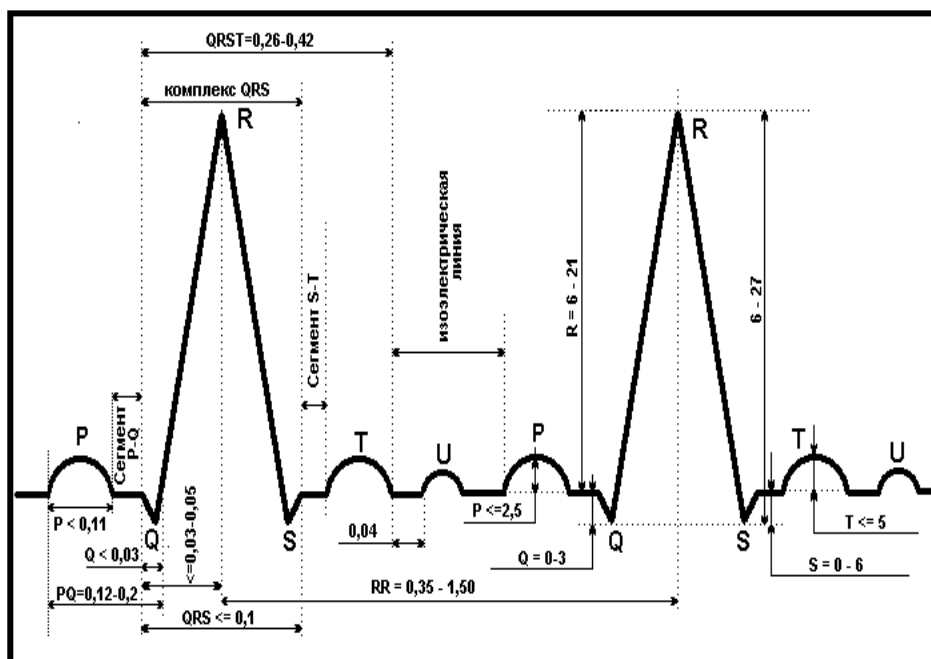
**Атриовентрикулярный узел (А-В-узел).** Атриовентрикулярный узел (по автору узел Ашофа-Тавара) находится внизу правого предсердия у межпредсердной перегородки, причём располагается он, чуть вдаваясь в перегородку между верхними и нижними сердечными камерами. В АВ-узле проводимость возбуждения затормаживается примерно на 0,02-0,08 сек. И природа эту задержку предусмотрела не зря: замедление импульсации необходимо сердцу для того, чтобы верхние сердечные камеры успели сократиться и переместить кровь в желудочки. Время проведения импульса по атриовентрикулярному узлу равно 2-6 см/с. — это самая низкая скорость распространения импульсации. Представлен узел Р- и Т-клетками, причём Р-клеток значительно меньше, чем Т-клеток. Обладает собственным автоматизмом - клетки А-В-узла способны брать на себя функции центра автоматизма второго порядка при угнетении функции САУ. Они обычно вырабатывают 40-60 импульсов в минуту, но в норме его активность полностью подавлена активностью синусового узла.

**Проводящая система желудочков** (водитель ритма III порядка) – представлена пучком Гиса. Он располагается ниже АВ-узла (чёткой грани между ними провести не удаётся) и анатомически делится на две ветви или ножки. Правая ножка является продолжением пучка, а левая отдаёт заднюю и переднюю ветви. Каждая из вышеописанных ветвей отдаёт маленькие, тонкие, ветвящиеся волокна, которые называются волокнами Пуркинье. Скорость импульсации пучка — 1 м/с., ножек — 3-5 м/с. Система Гиса обладает собственным автоматизмом, но в отличие от вышележащих структур в значительно меньшей мере.

**Электрокардиография** – это инструментальный диагностический метод графической регистрации биоэлектрических потенциалов сердца. Позволяет оценивать функции сердца – автоматизм, проводимость и возбудимость. **Автоматизм** — способность специализированных клеток сердца (Р-клеток) самопроизвольно вырабатывать электрические импульсы, вызывающие возбуждение.

**Проводимость** - способность сердца, а именно его проводящей системы (Т-клетки), проводить электрические импульсы от места их возникновения к сократительному миокарду.

**Возбудимость** - способность сердца возбуждаться и сокращаться под влиянием электрического импульса.



**Рис.2**

Электрокардиограмма представляет из себя график изменений величины суммарного электрического потенциала сердца в течение времени. Элементы электрокардиографической кривой и основные их «числовые» характеристики представлены на рис.2. Величина электрического потенциала на ЭКГ выражается в единицах напряжения –вольтах (1 вольт- 1000 мВ), Расстояние между элементами кривой (зубцами), а точнее, время прохождения импульса по проводящей системе, измеряется в секундах, или миллисекундах. При

стандартной скорости развертки – 50 мм в сек. – в 1 мм – 0,02 сек. Основные характеристики амплитуд и расстояний – табл.1.

Зубец или интервал	Амплитуда	Длительность в сек.	Полярность	Прочие признаки
P	0,5 – 2,5	< 0,1 сек.	P I-II, V1-2-3-4-5-6 (+)	Расстояние между вершинами не > 0,04 сек.
PQ		Интервал PQ 0,12 – 0,18 (0,20)	«0»	
Q	0 – 0,25 от R Q V1-2 = 0	≤ 0,03 сек.	«-»	Q\R < 0,25
R	RI > 16; V1 < 5; Ravl < 5; RIII < 20(+3); Ravf < 20; Ravl < 12 (10); V5-6 > 5 < 25		«+»	SI + RIII ≤ 10; Rv1 + Sv6 < 10 RI + SIII < 25; Rv5-6 + Sv1 < 35 Rv1 < 7; Rv1 < Sv1
S	Sv1 > 2 Sv1-2 > Sv3-4 > Sv5-6		«-»	Rv5-6 \ Sv5-6 ≥ 1
QRS	QRSI + QRSII + QRSIII ≥ 16 или R > 6 в одном из стандартных отведений	≤ 0,08 сек.		
Внутреннее отклонение		V1 ≤ 0,03 сек. V6 ≤ 0,05 сек.	«0»	
ST			«0»	STI,II,III ↓ на 0,5; STv1-2 ↑ на 2-4 мм; ST v5-6 ↓ на 1 мм
T	TI > TIII; Tv1 < Tv6		TI-II, V3-4-5-6 (+) TIII, Avl, Avf, V1-2 (+)(±)(-) Tavr (-)	TI,II,III \ RI,II,III ≥ 1\4 Tv5-6 \ R v5-6 ≥ 1\10
R - R		Колебания не более 0,05 сек.		

Табл. 1

Оценка регулярности сердечного ритма и частоты сердечных сокращений:

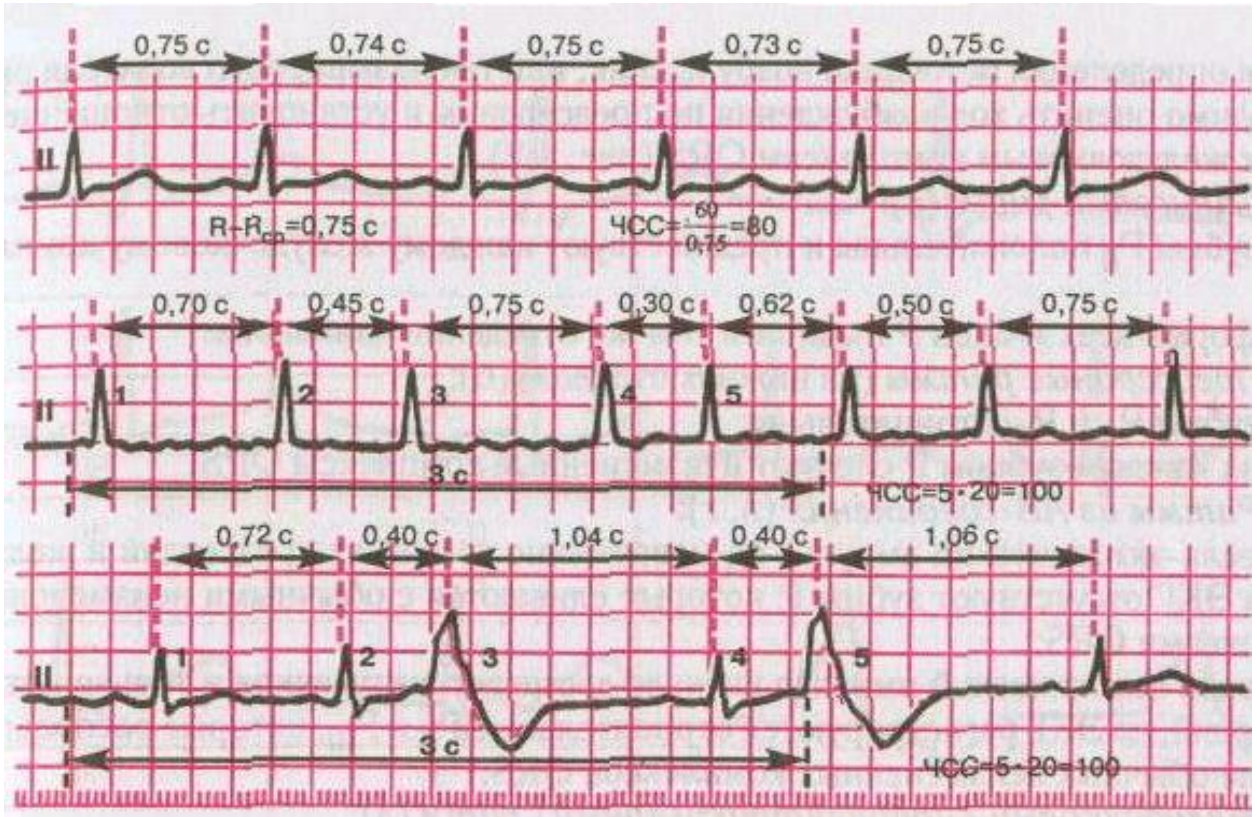


Рис.3

Электрическая ось сердца – проекция суммарного вектора деполяризации во фронтальной плоскости, определяется величиной угла « $\alpha$ » - рис.4



Рис.4

■ **Нормальное положение ЭОС:**

ЭОС параллельна оси II стандартного отведения, регистрируется:  
 $R_{II} > R_I > R_{III}$ , или  $R_{II} = R_I + R_{III}$   
 $R_{III} > S_{III}$ ,  $R_{aVL} = S_{aVL}$  (что существенно).

■ **Горизонтальное положение ЭОС:**

$R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $R_{aVF} = S_{aVF}$   
 $R_{II} > S_{II}$ ;  $S_{III} = R_{III}$

■ **Вертикальное положение ЭОС:**

$R_{II} = R_{III} > R_I$ ;  $R_I = S_I$ ;  $R_{aVF} > R_{II, III}$ ;  
ЭОС перпендикулярна I стандартному отведению и одинаково параллельна II и III стандартному отведениям.

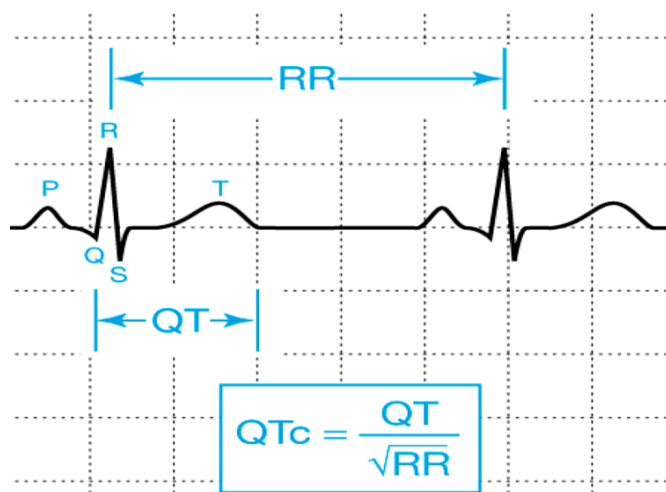
■ **Отклонение ЭОС вправо ( $\geq + 120^\circ$ ):**

ЭОС наиболее параллельна III стандартному отведению  
 $R_{III} > R_{II} > R_I$ ,  $S_I > R_I$ .

■ **Отклонение ЭОС влево (от 0 до  $-90^\circ$ ):**

$R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $R_{II} > S_{II}$ ;  $S_{III} > R_{III}$ ;  $S_{aVF} \geq R_{aVF}$ .

Определение продолжительности интервала «Q-T» по формуле Базетта:



Норма - 320-430 мсек для мужчин

Рис.5 320-450 мсек для женщин.

**Отведения ЭКГ:**

Гипотетическая линия, соединяющая два электрода, участвующие в образовании электрокардиографического отведения, называется **осью отведения**.

**«Стандартные» (по Эйнтховену)**— двухполюсные - рис.6:

I – правая рука (красный) – левая рука (желтый)

II – правая рука (красный) – левая нога (зеленый)

III – левая рука (желтый) – левая нога (зеленый)

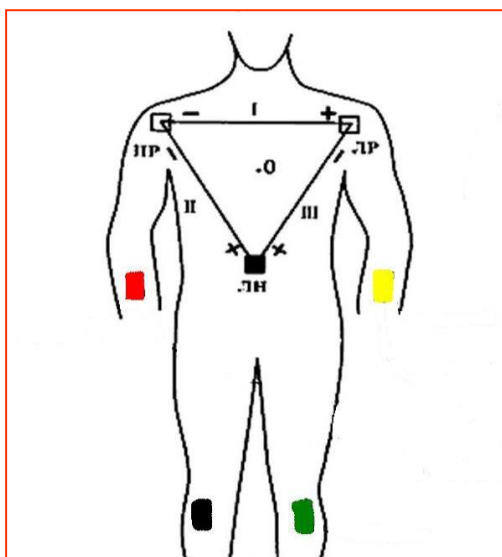
**Усиленные от конечностей (по Гольдбергеру) - двухполюсные:**

«A» - augmented (усиленный), «V»—voltage (потенциал), «R»—right (правый), «L»—left (левый), «F»—foot (нога).

AVR – правая рука

AVL – левая рука

AVF – левая нога.



**Рис.6**

**Однополюсные грудные (по Вильсону)**— рис.7:

V1 - активный электрод установлен в 4-м межреберье по правому краю грудины.

V2 - активный электрод расположен в 4-м межреберье по левому краю грудины.

V3 - активный электрод находится на середине прямой между 2-й и 4-й позицией,

V4 - активный электрод установлен в 5-м межреберье по левой срединно-ключичной линии.

V5 - активный электрод расположен на том же горизонтальном уровне, что и V4 - по левой передней подмышечной линии.

V6 - активный электрод находится по левой средней подмышечной линии на том же горизонтальном уровне, что и электроды отведения V<sub>4</sub> и V<sub>5</sub>.

При необходимости регистрации правых грудных отведений, электроды устанавливаются на правую сторону симметрично левому расположению.



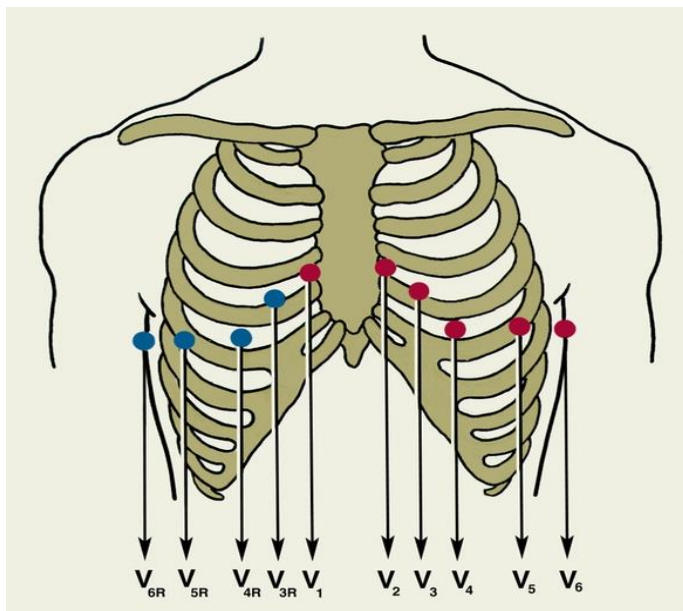


Рис.7

При подозрении на задне-базальную локализацию инфаркта миокарда, следует зарегистрировать **дополнительные грудные отведения V7 – V8 – V9:**

**V7** – на том же горизонтальном уровне, что и V6, по задней подмышечной линии;

**V8** - на том же горизонтальном уровне, что и V6, по среднелопаточной линии;

**V9** - на том же горизонтальном уровне, что и V6, по левой паравертебральной линии.

### **Формулировка ЭКГ-заключения.**

Электрокардиографическое заключение должно содержать следующее:

- источник ритма сердца, его регулярность, частота в мин.;
- положение электрической оси сердца - по углу  $\alpha$ ;
- наличие нарушений ритма сердца и проводимости с указанием признаков этих нарушений, изменение продолжительности интервалов (если имеются) «P-Q», «Q-T» и др. с указанием продолжительности в сек.
- наличие признаков гипертрофии камер сердца;
- наличие признаков (в том числе, специфических) изменений миокарда очагового или распространенного характера - признаки ишемии, повреждения, некроза, с указанием предполагаемой локализации и глубины процесса, признаки электролитных нарушений, систолической\диастолической перегрузки и т.п с обязательным описанием этих признаков - наличие патологических зубцов Q (в каких отведениях), положение относительно изоэлектрической линии сегмента ST\точки J (в каких отведениях и степень элевации\депрессии, указанная в мВ), изменения зубца T и т.п.);
- при необходимости – провести сравнительную характеристику с предыдущими ЭКГ, если таковые имеются, с указанием даты регистрации предыдущей ЭКГ, повторную регистрацию ЭКГ (в случаях невозможности мониторинга ЭКГ) и т.п.;
- дополнительные данные, признаки и т.д.

### Пример электрокардиографического заключения при отсутствии патологических изменений (рис.8):

«Ритм синусовый регулярный, с частотой 62 в минуту. Нормальное промежуточное положение электрической оси сердца. ЭКГ без видимых отклонений от нормы».

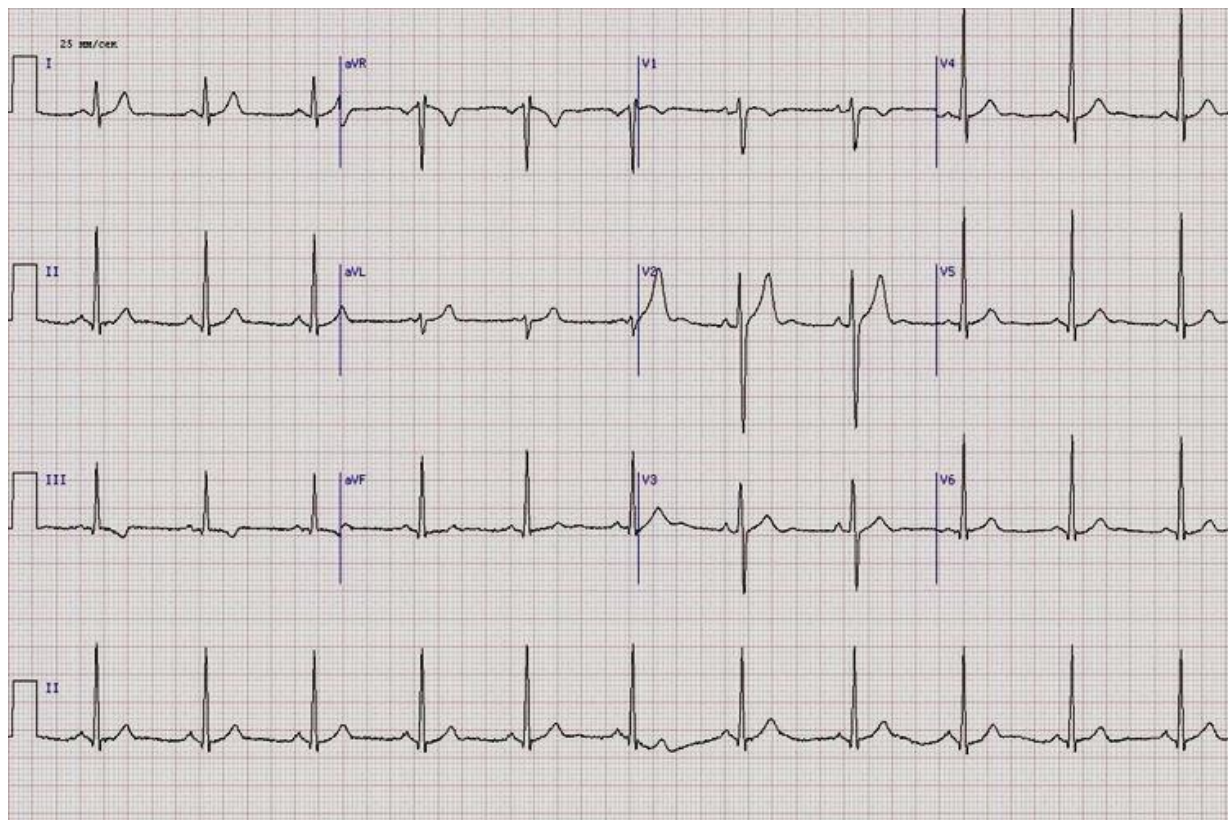


Рис.8

При развивающемся ИМ появляются специфические изменения ЭКГ, характерные для ишемии, повреждения или некроза миокарда, даже в ранней стадии ИМ параметры ЭКГ редко остаются в норме – рис.9.

### Появление специфической динамики изменений на ЭКГ при ОКС:

1. **стадия ишемии:** появление характерной T-волны – симметричный, остроконечный, высокий (или глубокий в противоположных отведениях) зубец T;
2. **стадия субэндокардиального повреждения:** дугообразная с выпуклостью вниз, горизонтальная депрессия сегмента ST;
3. **стадия субэпикардиального повреждения:** дугообразный подъем (элевация) сегмента ST выпуклостью вверх, сливающийся с положительным зубцом T, т.н. монофазная кривая или переходящий в отрицательный зубец T (см. рис.1);
4. **появление признаков некроза:** патологический зубец Q, снижение амплитуды зубцов R в соответствующих отведениях;
5. **дальнейшая, более поздняя динамика:** возможно появление комплексов QS при транмуральном некрозе вместе с уменьшением

признаков наличия зоны повреждения – уменьшение элевации сегмента ST.



Рис.9

#### **ОКС без подъема сегмента ST:**

ЭКГ-признаки – депрессия сегмента ST и изменения зубца T.

Вероятность этого синдрома наиболее велика при сочетании клинической картины и изменениями на ЭКГ - горизонтальная или косонисходящая депрессия ST > 0,1 мВ в двух или более смежных отведениях, менее надежно на ишемию указывает инверсия зубца T > 1 мм в отведениях с преобладающим зубцом R. Глубокие симметричные отрицательные зубцы T в передних грудных отведениях у пациента с соответствующими жалобами могут свидетельствовать о выраженном проксимальном стенозе передней нисходящей ветви ЛКА.

По возможности, сравнить ЭКГ с ранее снятыми электрокардиограммами. Выявление любой динамики, касающейся сегмента ST и зубцов T при наличии клинических признаков ишемии миокарда должно быть достаточным основанием для того, чтобы трактовать ситуацию как проявление ОКС.

#### **ОКС с подъемом сегмента ST:**

- Элевация ST как минимум в двух смежных отведениях, который оценивается на уровне точки J;

В отведениях V2-V3 диагностически значимым является элевация ST  $\geq 0,2$  мВ у мужчин старше 40 лет,  $\geq 0,25$  мВ у мужчин до 40 лет,  $\geq 0,15$  мВ у женщин независимо от возраста. В других грудных и «конечностных» отведениях значимым признается элевация ST  $\geq 0,1$  мВ. Данные критерии не распространяются на случаи, когда на ЭКГ регистрируется полная блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) или выраженная гипертрофия левого желудочка.

#### **При развитии повреждения в задне-базальных отделах:**

В отведениях V1-V3 - депрессия ST на  $\geq 0,5$  мм и увеличение амплитуды R.

- Необходимо снять отведения V7-V9. Диагностически значимым является элевация ST в этих отведениях  $\geq 0,05\text{мм}$  ( $\geq 0,1\text{ мВ}$  у мужчин до 40 лет).

**При подозрении на поражение правого желудочка:**

Снять правые грудные отведения V3R и V4R, для чего грудные электроды устанавливаются как отведения V3 и V4, но на правую половину грудной клетки. Значимым является элевация сегмента ST  $\geq 0,1\text{мВ}$ .

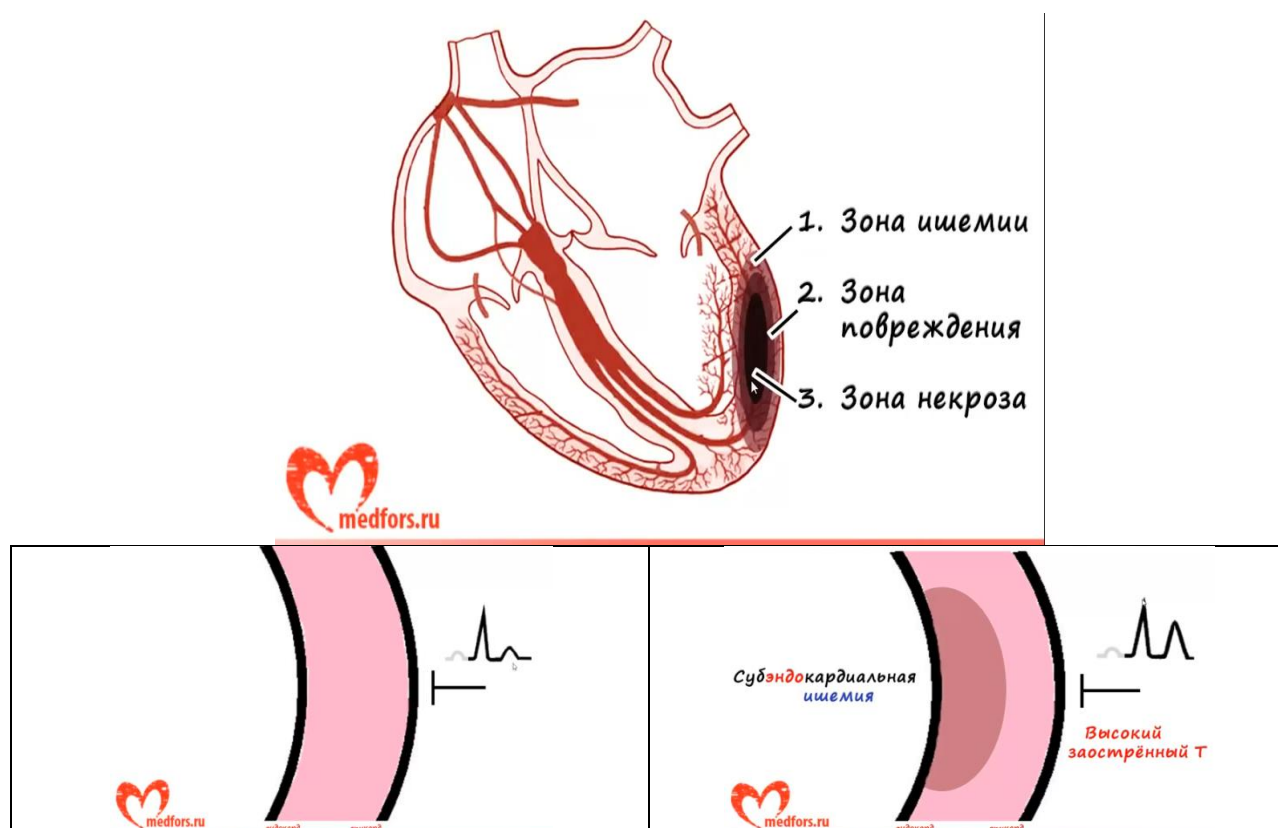
**Одно из самых грозных поражений - окклюзия главного ствола левой коронарной артерии:**

Может проявляться преимущественно депрессией сегмента ST, которая регистрируется в 8 и более грудных и стандартных отведениях, а элевация  $\geq 0,1\text{мВ}$  выявляется только в отведении aVR (иногда и в V1).

Регистрация впервые (или предположительно впервые) выявленной полной БЛ(П)НПГ у пациента с симптомами ишемии – основание расценить ее как проявление ОКС с подъемом ST.

В процессе динамического наблюдения (мониторирование или повторная регистрация ЭКГ) типичные изменения могут быть зарегистрированы позднее. Сочетание выраженного болевого синдрома и стойко нормальной ЭКГ заставляет проводить дифференциальный диагноз с другими, иногда также жизнеопасными состояниями.

Стадии и зоны поражения – соответствующие изменения на ЭКГ (схематично – рис 10):



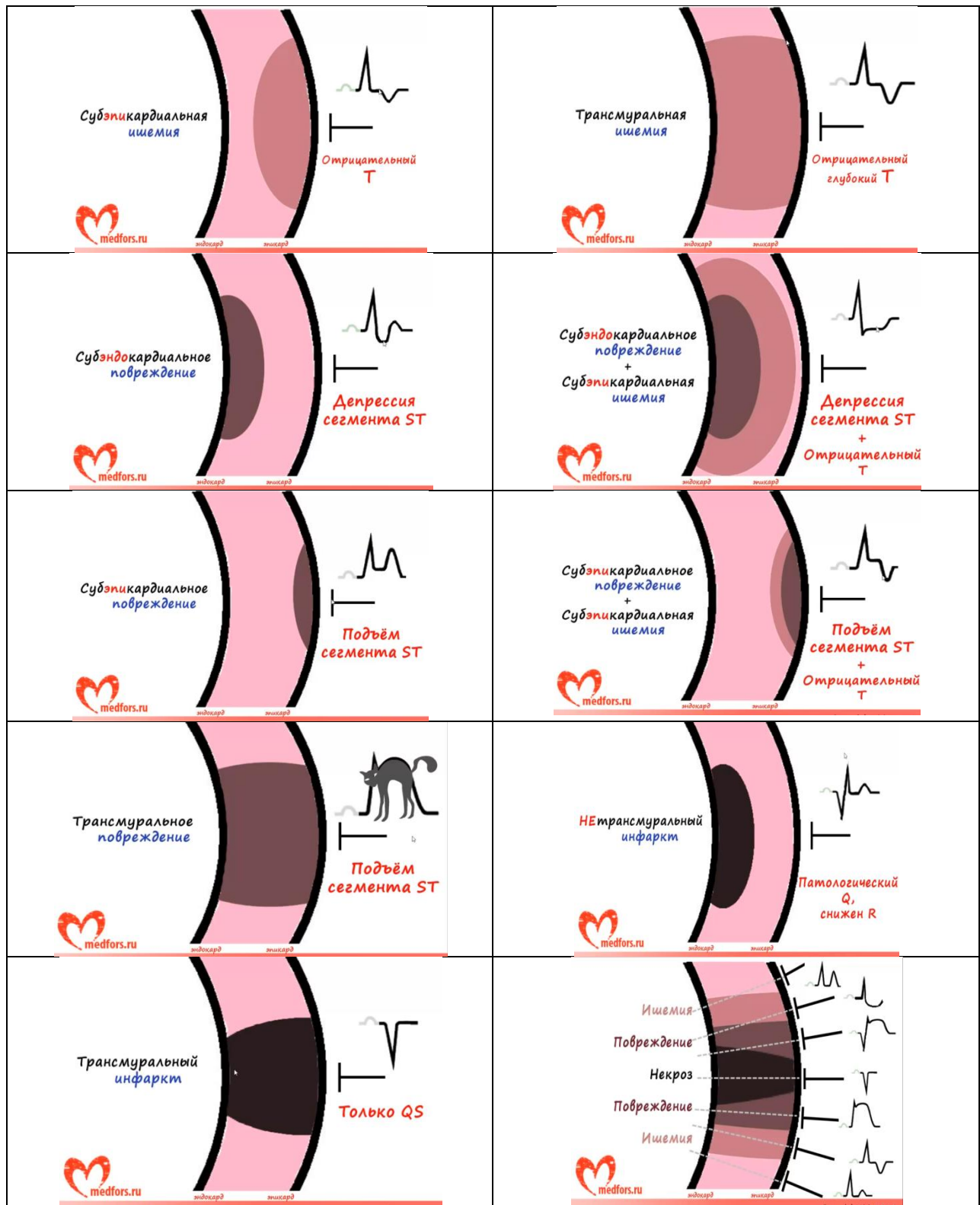


Рис.10

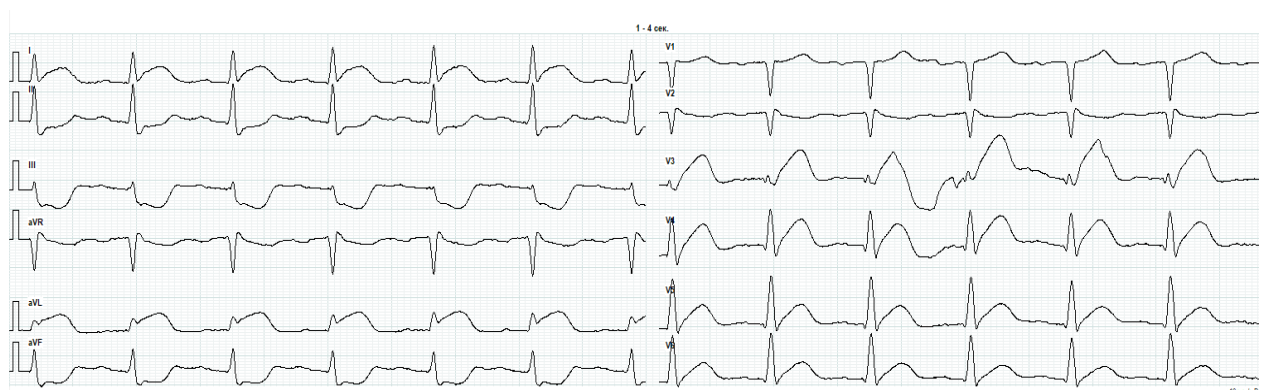
Локализация инфаркта миокарда по ЭКГ-отведениям – табл.2:

Тип ИМ	Окклюзия коронарной артерии	ЭКГ-отведения
Обширный ИМ передней локализации	ПМЖВ (проксимальная окклюзия)	V <sub>2</sub> -V <sub>6</sub> (I, aVL, V <sub>1</sub> )
Переднеперегородочный ИМ	ПМЖВ (например, септальная ветвь)	V <sub>2</sub> , V <sub>3</sub> (I, aVL, V <sub>1</sub> )
ИМ верхушечной локализации	ПМЖВ (периферическая окклюзия)	V <sub>3</sub> , V <sub>4</sub> , V <sub>5</sub> )
ИМ переднебоковой стенки	ПМЖВ (например, диагональная ветвь), огибающая ветвь	V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub> (I, aVL)
ИМ нижней локализации	Правая коронарная артерия (проксимальная окклюзия или окклюзия ЗМЖВ), огибающая артерия	II, III, aVF, D, V <sub>8т</sub>
ИМ нижнебоковой стенки	Огибающая ветвь (например, заднебоковая ветвь)	II, III, aVF, V <sub>5</sub> , V <sub>6</sub> (D, V <sub>8т</sub> )
ИМ истинной задней стенки	Огибающая ветвь (левая краевая ветвь), ПМЖВ (периферическая окклюзия)	V <sub>1</sub> , V <sub>2</sub>

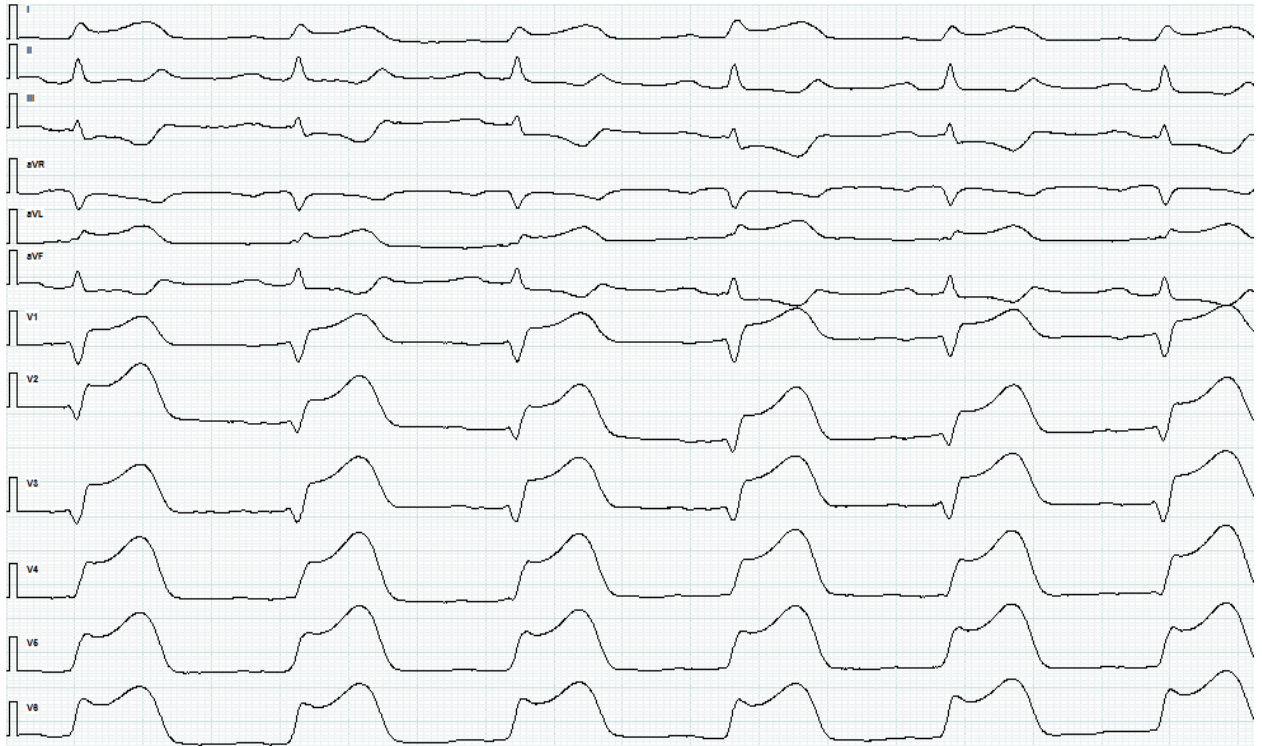
**ПМЖВ** – передняя межжелудочковая ветвь. ПМЖВ, септальная, диагональная, огибающая ветви относятся к системе левой коронарной артерии.  
**ЗМЖВ** – задняя межжелудочковая ветвь, относится к системе правой коронарной артерии.

Табл.2

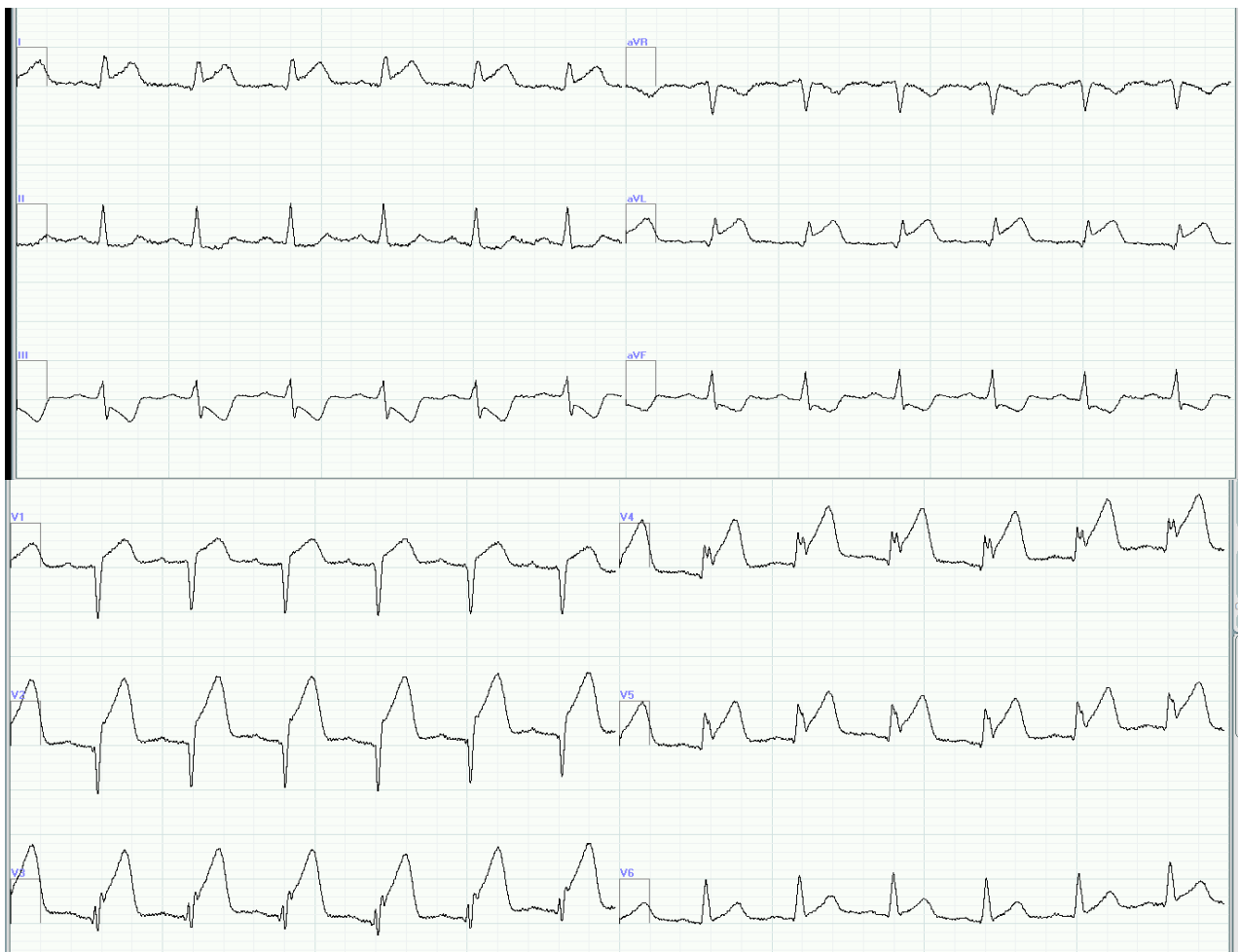
### Примеры электрокардиограмм при ОКС:



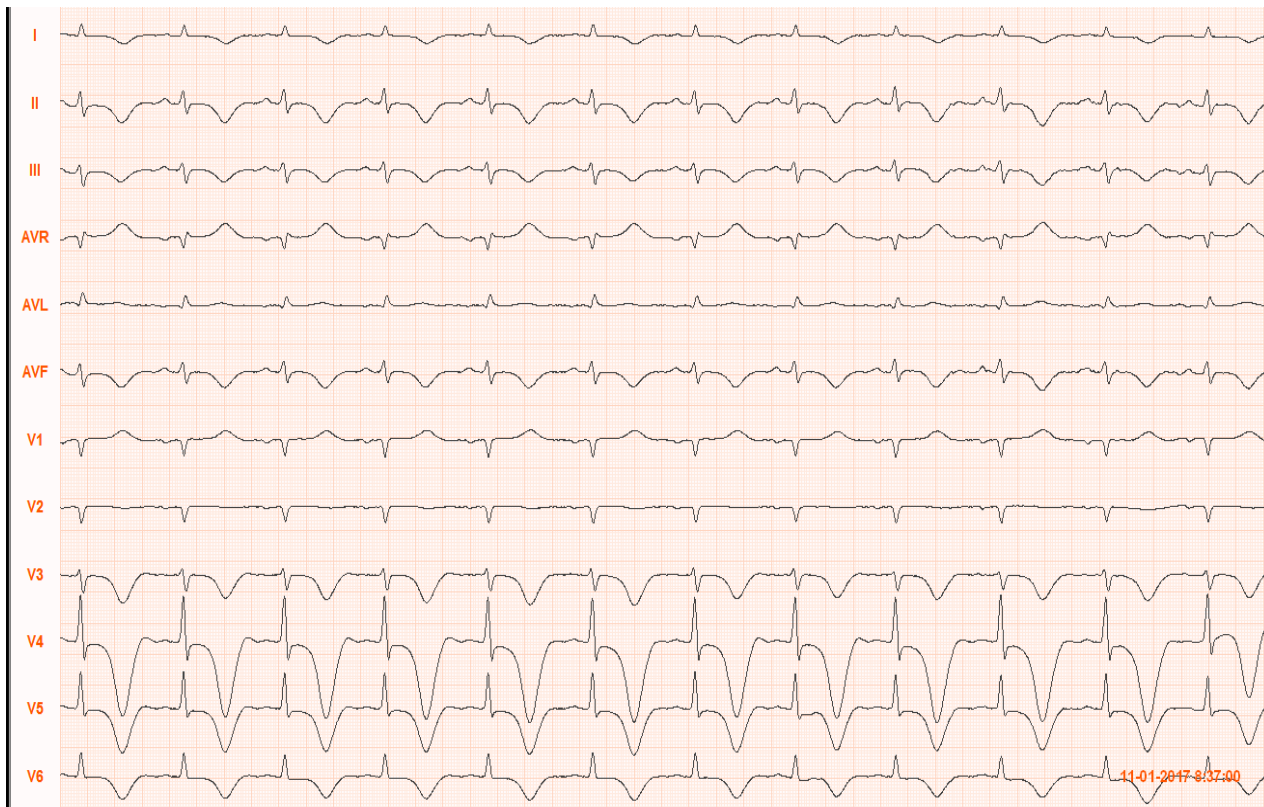
ЭКГ 1. Субэпикардальное повреждение в передне-перегородочно-верхушечной зоне с переходом на боковую. Имеются характерные реципрокные депрессии ST в отведениях от противоположной стенки.



ЭКГ 2. Признаки обширного субэпикардального повреждения по всей передней стенке.



ЭКГ 3. Признаки некроза и субэпикардального повреждения в области передней стенки.

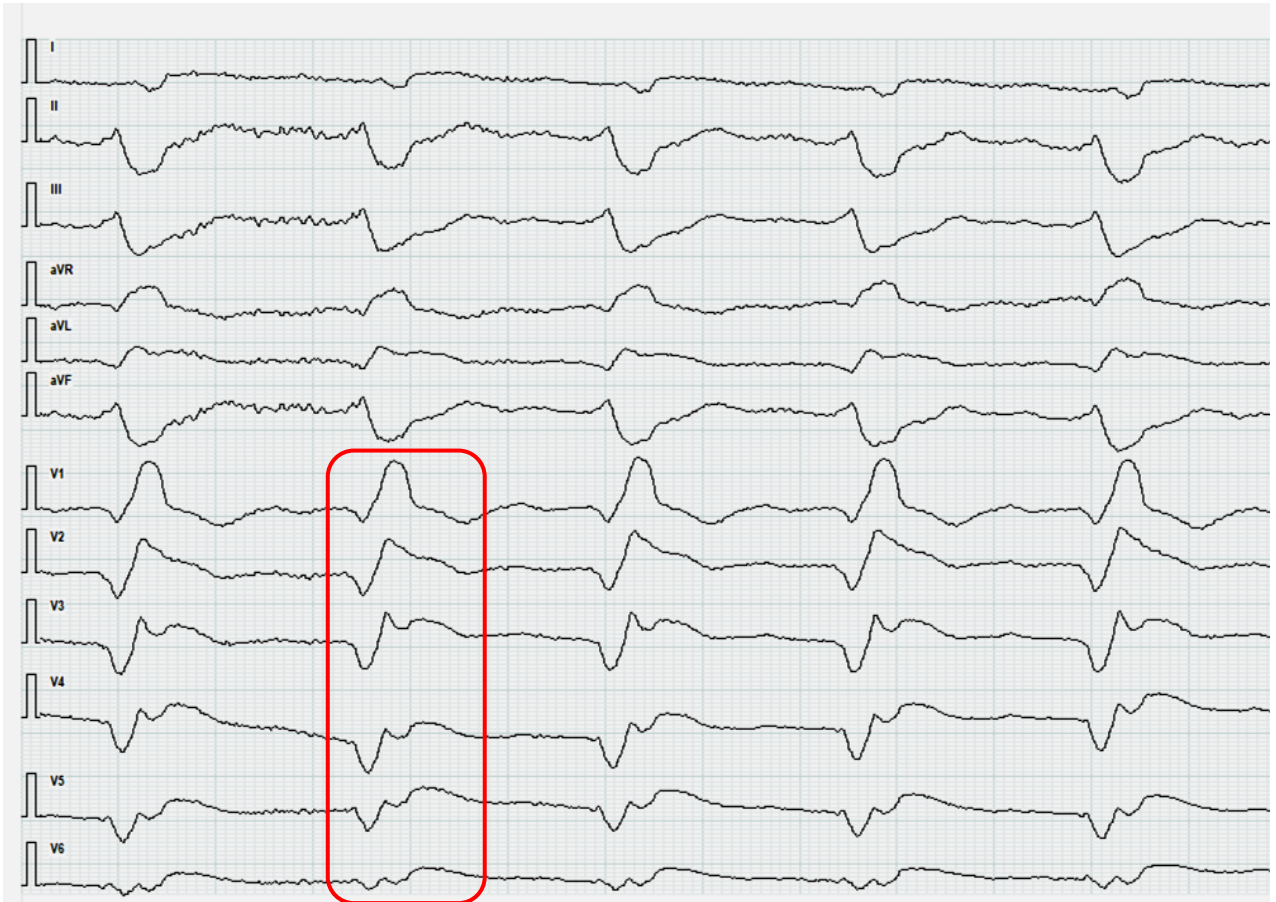


ЭКГ 4. Признаки суэпикардиальной ишемии в передне-боковой зоне левого желудочка.

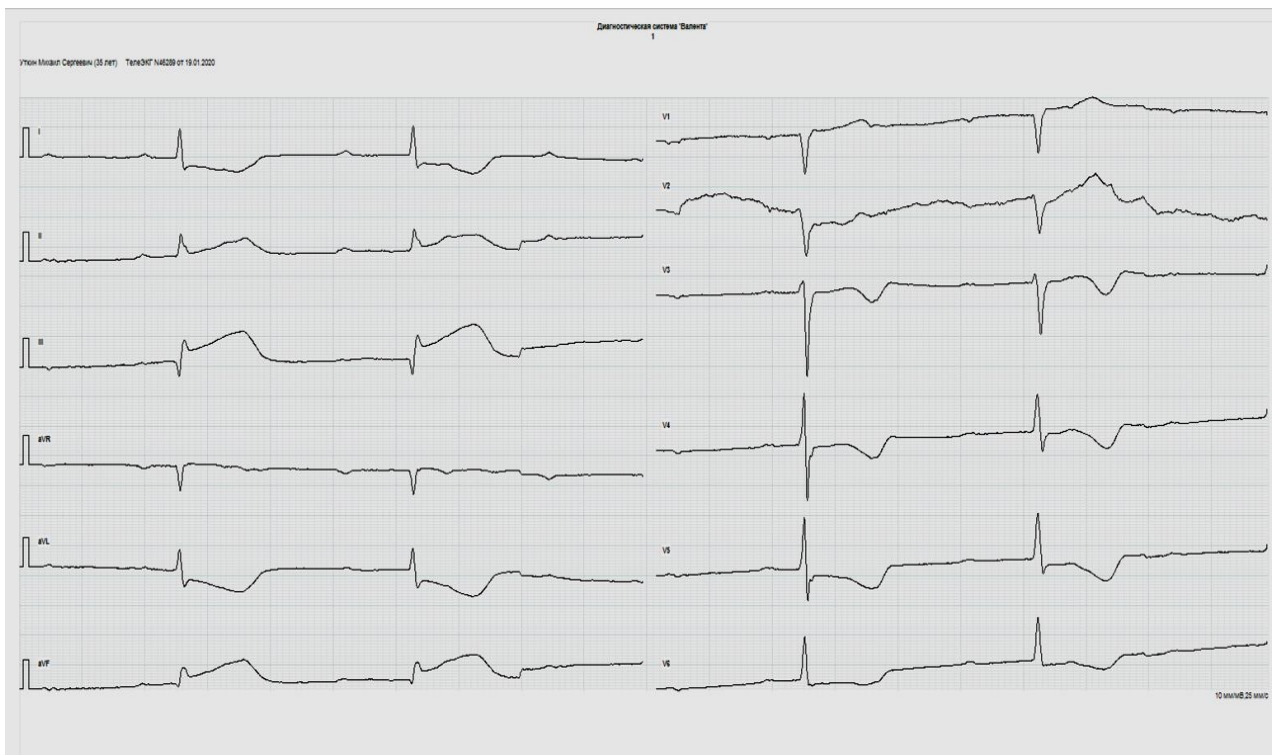


ЭКГ 5. Признаки некроза и суэпикардиального повреждения в нижнее-боковой зоне левого желудочка, имеются характерные реципрокные изменения (депрессии ST) в отведениях от передней стенки.

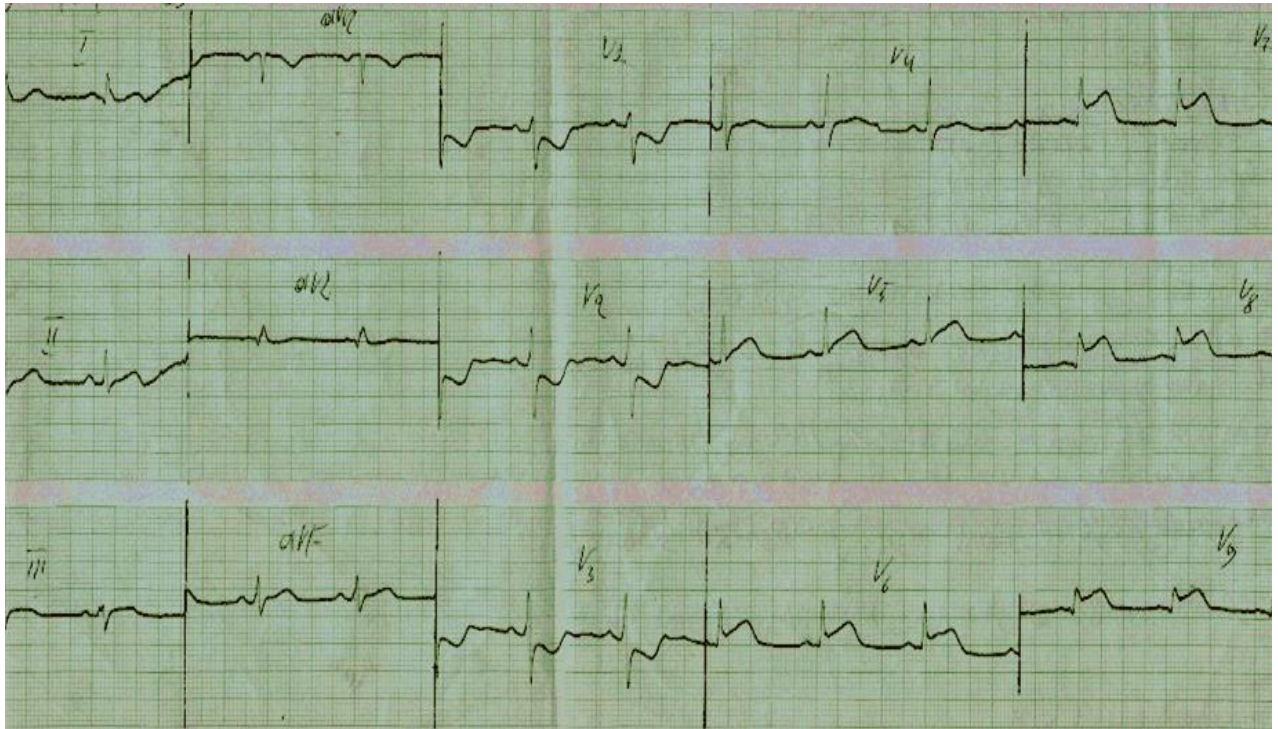




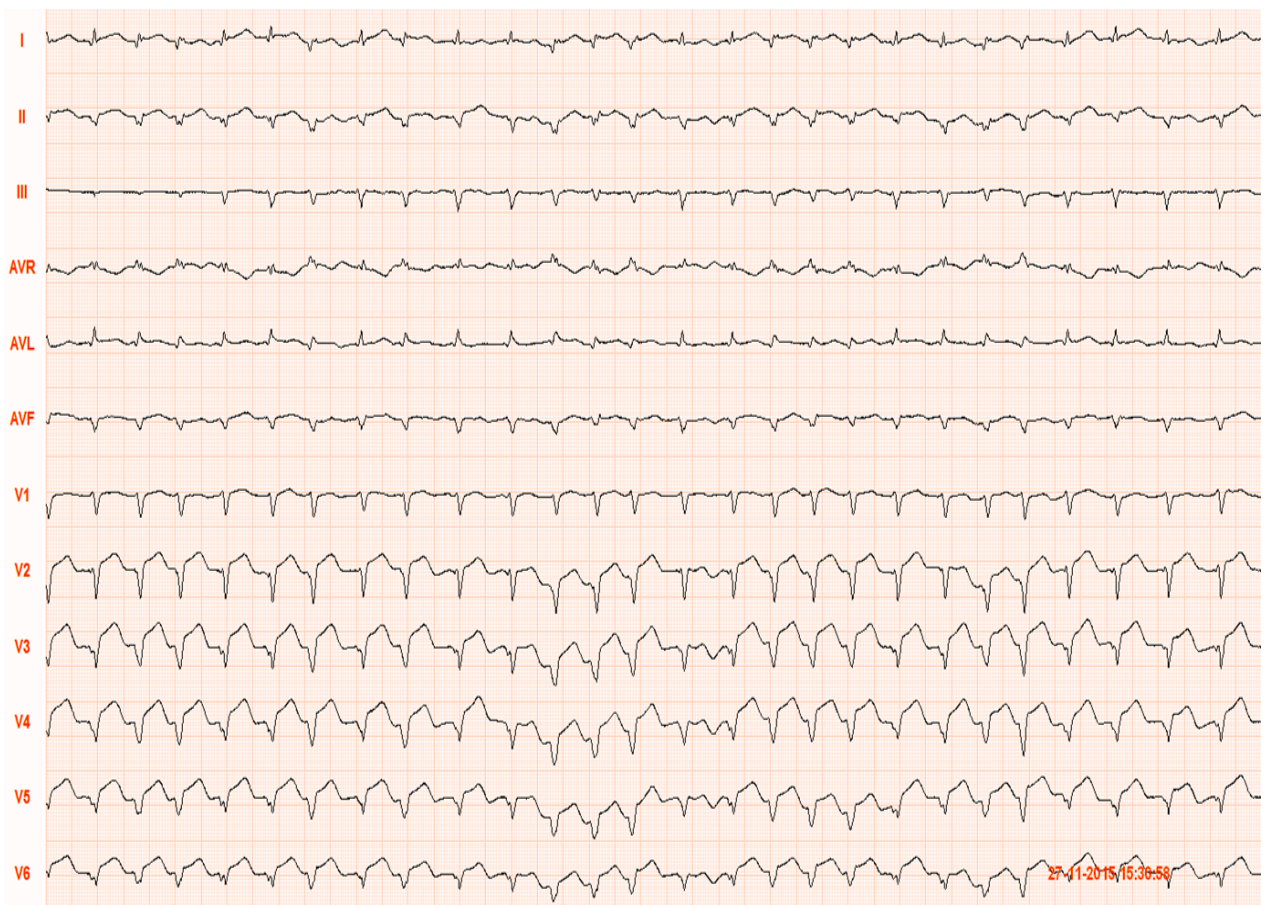
ЭКГ 6. Признаки субэпикардального повреждения в области передней стенки на фоне полной блокады правой ножки п. Гиса – имеется конкордантное смещение ST относительно преобладающего зубца комплекса QRS.



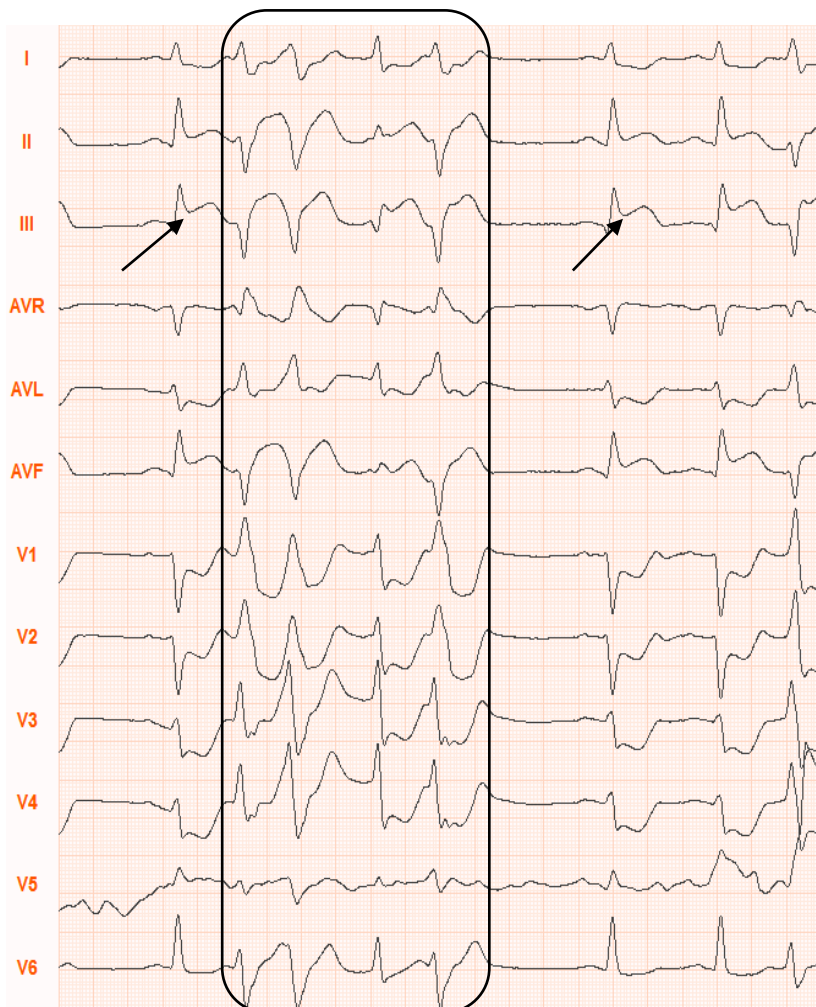
ЭКГ 7. Признаки субэпикардального повреждения в области нижней стенки на фоне А-В блокады III степени и антривентрикулярной диссоциацией, имеются характерные реципрокные изменения (депрессии ST) в отведениях от передней стенки.



ЭКГ 8. Признаки субэпикардального повреждения в задне-базальных отделах, имеются характерные реципрокные изменения (депрессии ST) в отведениях V1 – V2 – V3 и некоторое увеличение амплитуды зубца Rв отведениях V1 и V2.



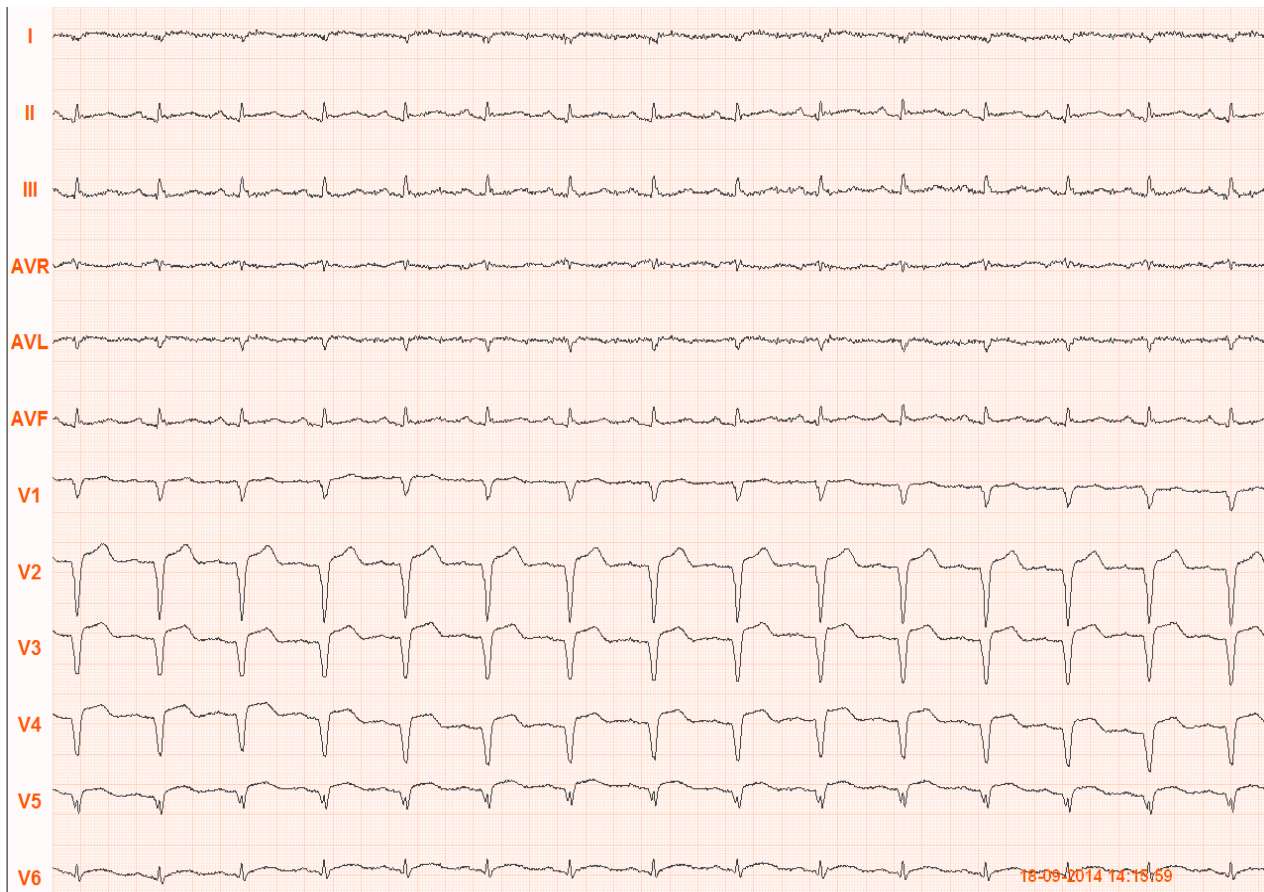
ЭКГ 9. Признаки обширного некроза и субэпикардального повреждения в области передней стенки на фоне остро развившейся фибрилляции предсердий.



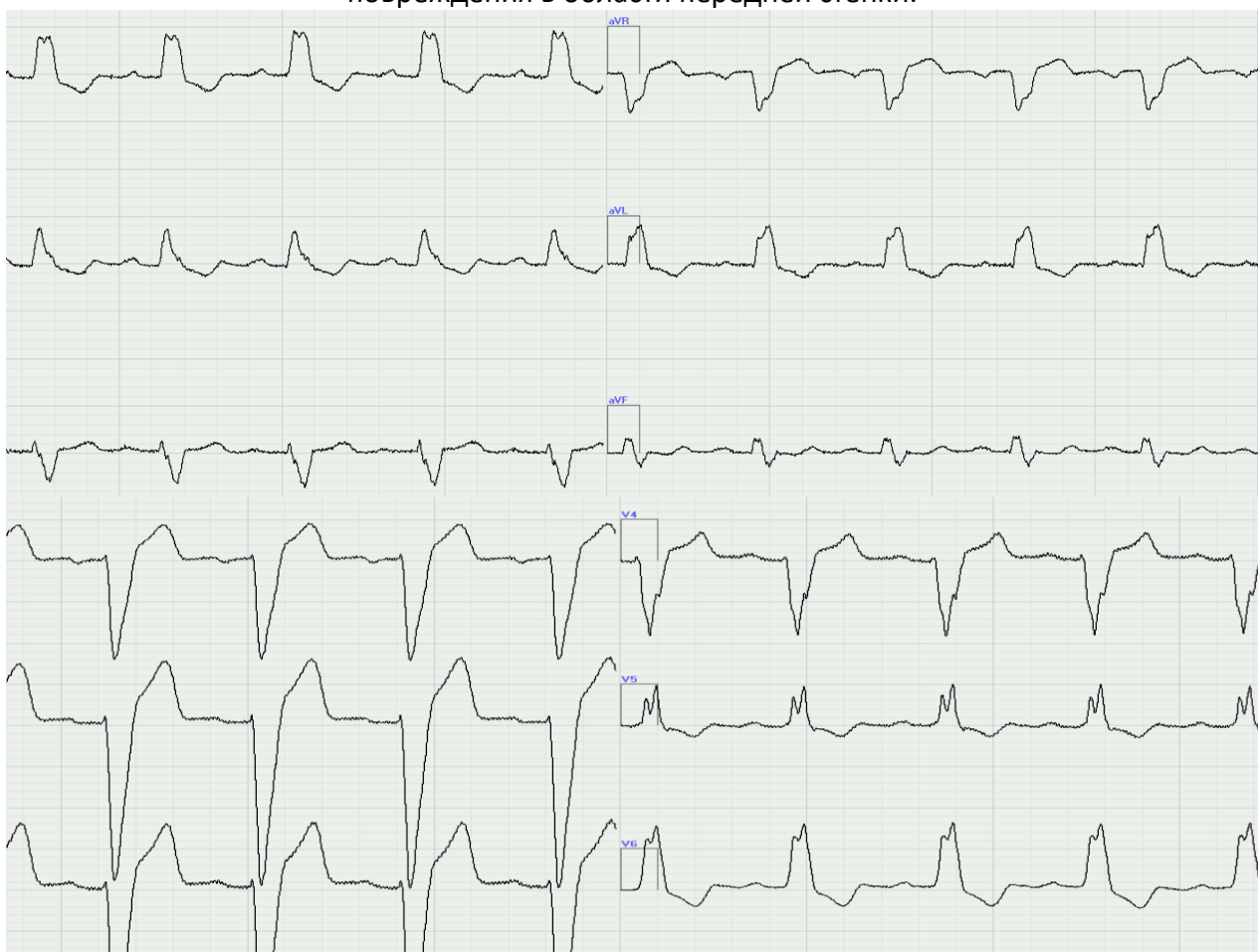
ЭКГ 10. Признаки субэпикардального повреждения (в «синусовых» комплексах) в области нижней стенки, имеются характерные реципрокные изменения (депрессии ST) в отведениях от передней стенки. Зафиксирована «пробежка» неустойчивой пароксизмальной желудочковой тахикардии.



ЭКГ 11. Признаки повреждения правого желудочка – элевация ST в дополнительных правых грудных отведениях.



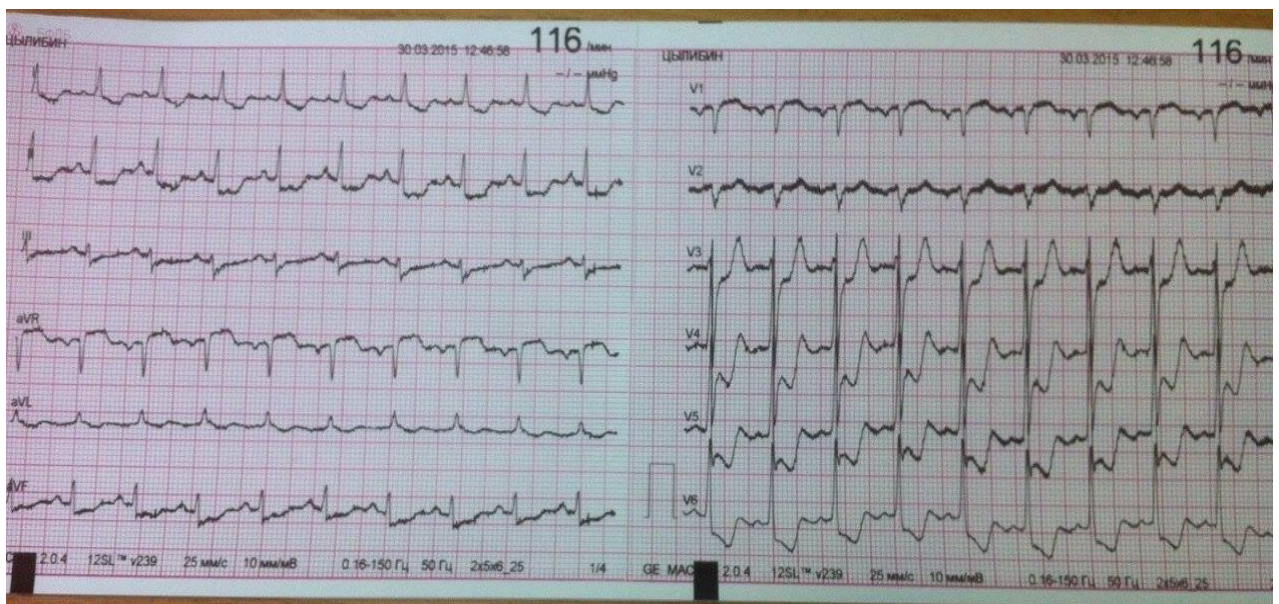
ЭКГ 12. Позднее обращение пациента – признаки обширного некроза (комплекс «Q-S» практически с V1 по V5, а также, в Iи во II), сохраняются признаки субэпикардального повреждения в области передней стенки.



ЭКГ 13. Остро возникшая полная блокада левой ножки п. Гиса + клиника.



ЭКГ 14. Сочетание блокад - правой ножки п.Гиса и левой ножки п.Гиса + признаки повреждения в области передней стенки.



ЭКГ 15. Депрессии STв более чем 8-ми отведениях – признак тромбоза ствола левой коронарной артерии (см. выше по тексту).

#### Источники:

1. Орлов, В.Н. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов. — 9-е изд., испр. — Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2017.
2. [www.medfors.ru](http://www.medfors.ru) сайт «ЭКГ под силу каждому».
3. [www.ambu03/ru](http://www.ambu03/ru) «Электрокардиографическая диагностика острого коронарного синдрома».