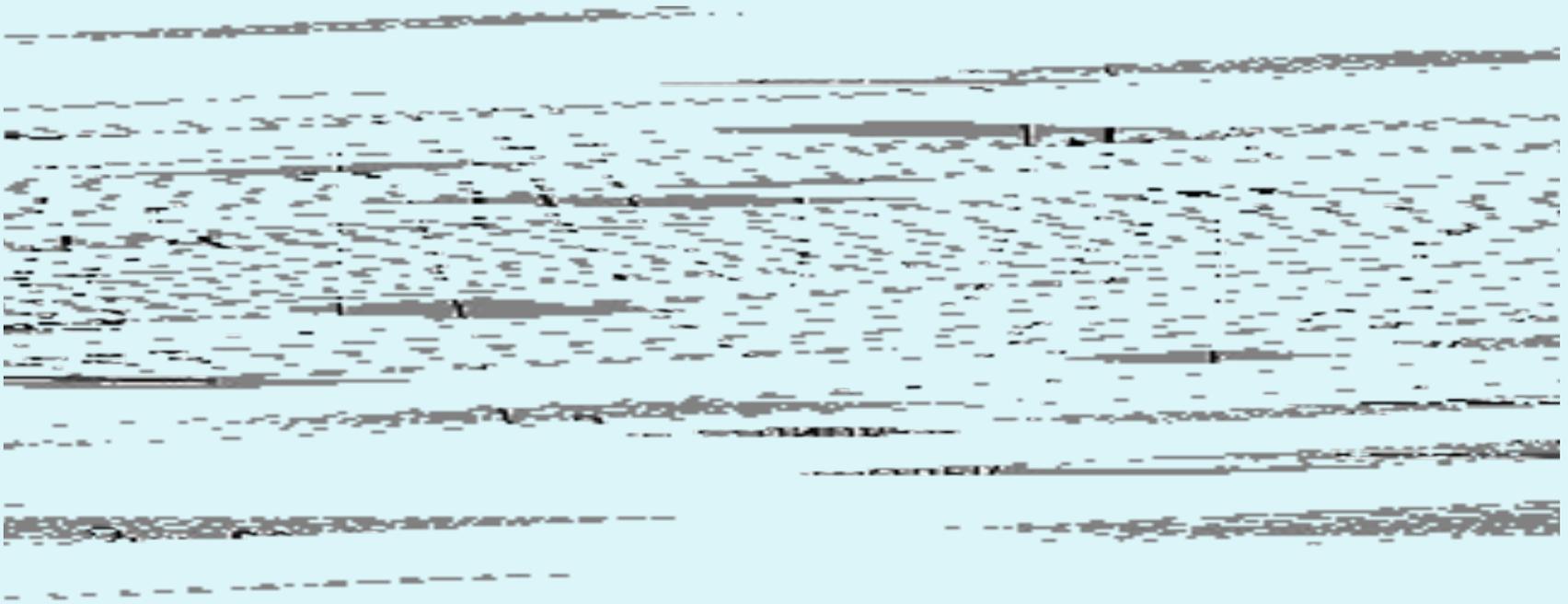


# Инфаркт миокарда: общие принципы ЭКГ диагностики.

- При инфаркте (некрозе) мышечные волокна погибают. Некроз, как правило, обусловлен тромбозом коронарных артерий или их длительным спазмом, или стенозирующим коронаросклерозом. Зона некроза не возбуждается и не образует ЭДС. Некротический участок как бы пробивает окно внутрь сердца, и при трансмуральном ( на всю глубину) некрозе на субэпикардальную зону проникает внутриполостной потенциал сердца.
- В абсолютном большинстве случаев у человека поражаются артерии, питающие левый желудочек, и потому инфаркты возникают в левом желудочке. Инфаркт правого желудочка возникает несравнимо реже (менее 1%случаев).



**электрокардиограмма нормально функционирующего сердца.**

схематически изображен миокард желудочков. Векторы возбуждения миокарда желудочков распространяются от эндокарда к эпикарду, т. е. они направлены на регистрирующие электроды и графически отобразятся на ЭКГ ленте как зубцы R (векторы межжелудочковой перегородки для упрощения понимания не рассматриваются).

Зведения над  
стью инфаркта

Противополо  
отведения

R нет



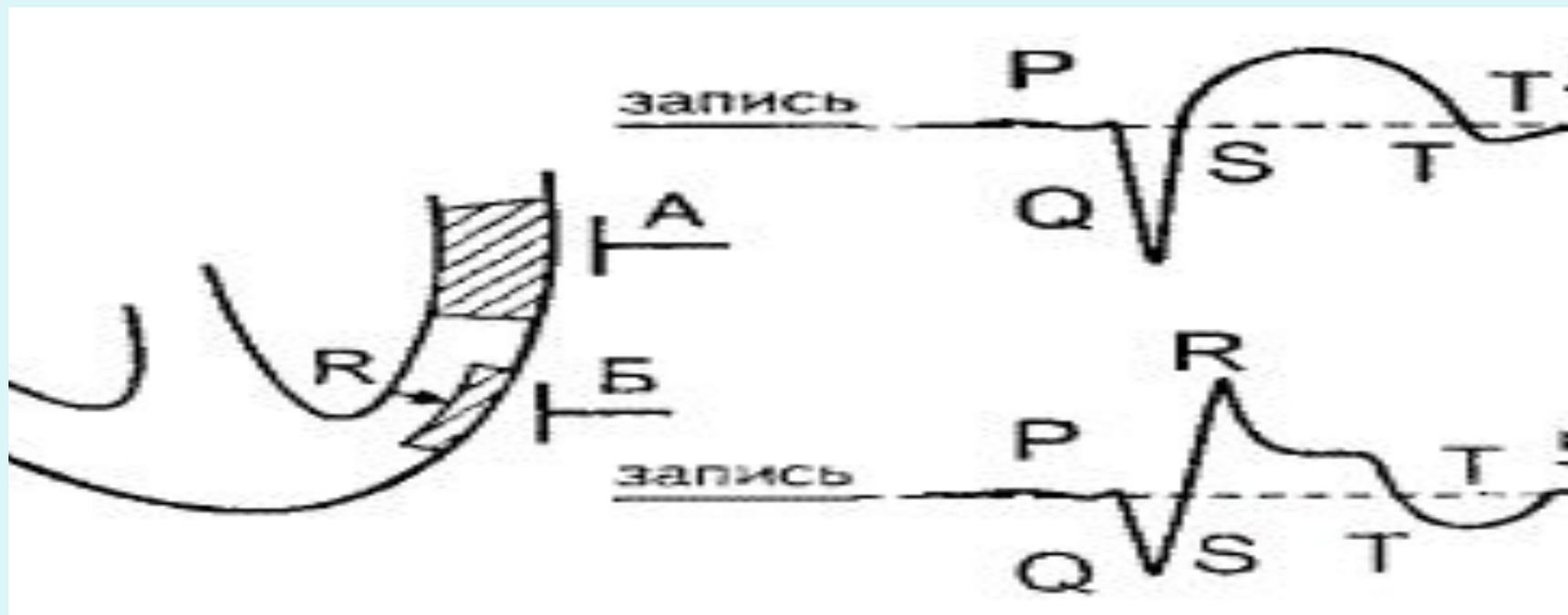
- ① отсутствие зубца R
- ② патологический зубец Q
- ③ подъем сегмента S—T
- ④ дискордантная депрессия S—T
- ⑤ отрицательный зубец T

**ЭКГ с основными признаками инфаркта миокарда.**

**Крупноочаговый инфаркт, трансмуральный (некроз, захватывающий все слои миокарда), Q-инфаркт. Для данного типа характерна следующая картина ЭКГ**

**А – электрод, регистрирует зубец Q,**

**Б – электрод, направленный на регистрацию зубца R).**



Измеряя амплитуду зубцов R и Q, можно определить глубину поражения сердца в зоне инфаркта. Существует деление крупноочагового инфаркта миокарда на трансмуральный (в этом случае R-зубец будет отсутствовать) и субэпикардальный. При трансмуральном инфаркте миокарда регистрируется комплекс QS хотя бы в одном из следующих отведений: aVL, I, II, III, aVF или QR (если Q больше 0,03 сек и Q/R больше 1/3 зубца R во II, III, aVF).

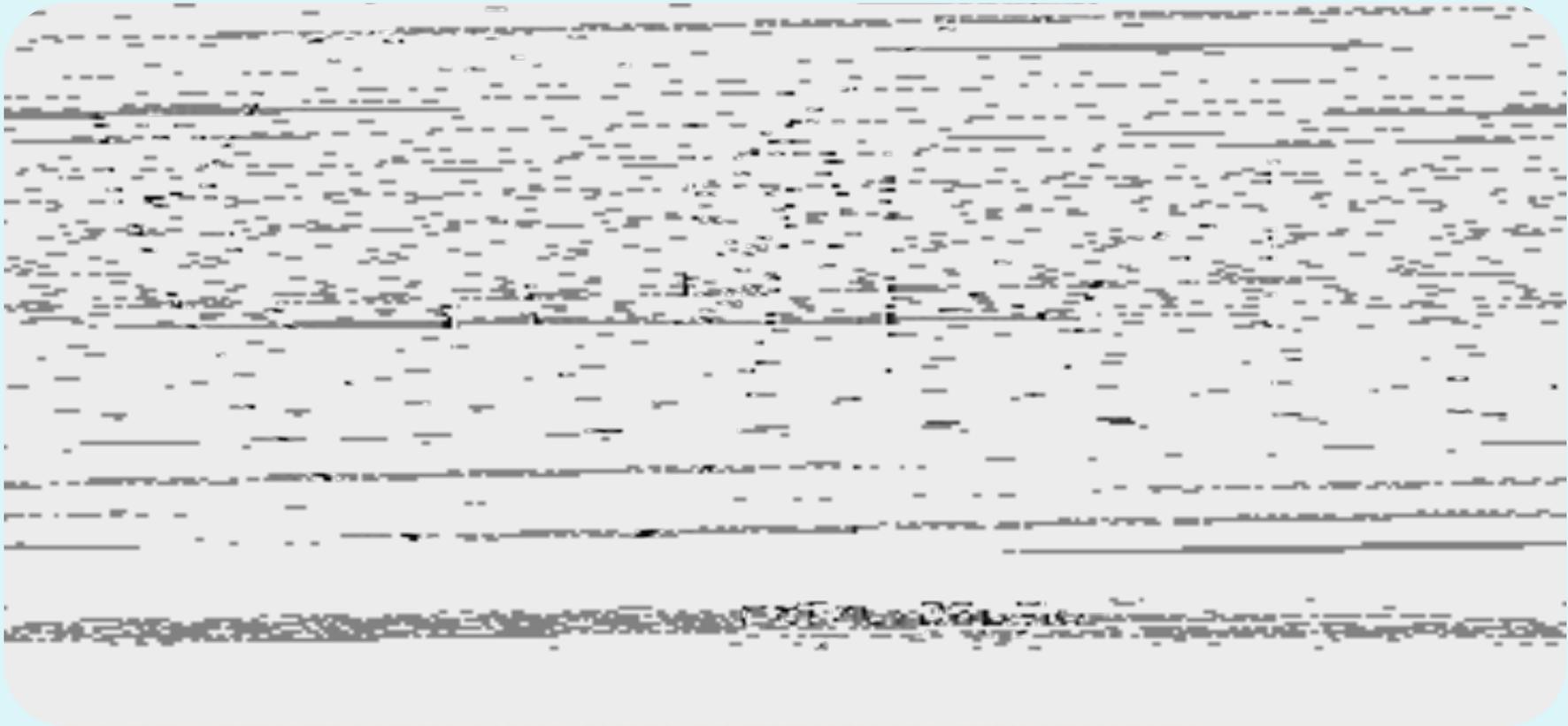
## 2. Мелкоочаговый инфаркт (не Q-инфаркт).



Выделяют два типа мелкоочагового инфаркта. Первый тип – субэндокардиальный инфаркт (некроз участков сердца, прилегающих к эндокарду) Основным ЭКГ- признаком субэндокардиального инфаркта является смещение сегмента S-T ниже изоэлектрической линии, при этом не регистрируется патологический Q зубец в отведениях aVL и I.

**Второй тип мелкоочагового инфаркта  
– интрамуральный (омертвление стенки миокарда, но при этом  
эндокард и эпикард не повреждены)**





При возникновении инфаркта миокарда часть мышечных волокон погибает, и вектора возбуждения в зоне некроза не будет. Следовательно, регистрирующий электрод, расположенный над областью инфаркта, не запишет на ЭКГ ленте зубца R, но будет вынужден отобразить сохранившийся вектор противоположной стенки. Однако этот вектор направлен от регистрирующего электрода, и поэтому он отобразится на ЭКГ ленте зубцом Q

Первый ЭКГ признак – отсутствие зубца R в отведениях, расположенных над областью инфаркта.

Второй ЭКГ признак – появление патологического зубца Q в отведениях, расположенных над областью инфаркта.

Патологическим зубцом Q мы называем такой зубец Q, ширина которого превышает 0,03 с.

Вспомните генез нормального зубца Q – это возбуждение межжелудочковой перегородки, а время ее возбуждения не превышает 0,03".

Второй ЭКГ признак – появление патологического зубца Q в отведениях, расположенных над областью инфаркта.



## **Возбуждение миокарда при инфаркте.**

При инфаркте миокарда происходит гибель миокардиоцитов, внутриклеточные ионы калия выходят из погибшей клетки, накапливаются под эпикардом, образуя в зоне некроза "электрические токи повреждения», вектор которых направлен кнаружи. Эти токи повреждения существенно изменяют процессы реполяризации (S-T и T) в зоне некроза, что отображается на ЭКГ ленте. Регистрирующие электроды, расположенные как над областью инфаркта, так и противоположной, записывают эти токи повреждения, но каждый по-своему.

Электрод над зоной инфаркта отобразит токи повреждения подъемом сегмента S-T выше изолинии, поскольку вектор этих токов направлен на него. Противоположный электрод эти же токи повреждения отобразит снижением сегмента S-T ниже изолинии; токи направлены от него. Разнонаправленное движение сегментов S-T противостоящих отведений, отображающих одни и те же токи повреждения, называется дискордантностью.

Третий ЭКГ признак – подъем сегмента S-T выше изолинии в отведениях, расположенных над областью инфаркта.

Четвертый ЭКГ признак – дискордантное смещение сегмента S-T ниже изолинии в отведениях, противоположных области инфаркта.

Пятый ЭКГ признак инфаркта миокарда – отрицательный зубец T в отведениях, расположенных над областью инфаркта. Этот признак мы конкретно не оговаривали выше, однако упомянули, что ионы калия существенно изменяют процессы реполяризации. Следовательно, нормальный положительный зубец T, отображающий



ЭКГ признаки инфаркта миокарда:

- 1.отсутствие зубца R в отведениях, расположенных над областью инфаркта;
- 2.появление патологического зубца Q в отведениях, расположенных над областью инфаркта;
- 3.подъем сегмента S-T выше изолинии в отведениях, расположенных над областью инфаркта;
- 4.дискордантное смещение сегмента S-T ниже изолинии в отведениях, противоположных области инфаркта;
- 5.отрицательный зубец T в отведениях, расположенных над областью инфаркта.

## **Электрокардиограмма позволяет не только диагностировать инфаркт (некроз) миокарда, но и определить его локализацию, величину, глубину некроза, стадию процесса и некоторые осложнения.**

- При резком нарушении коронарного кровотока в мышце сердца последовательно развиваются 3 процесса: гипоксия (ишемия), повреждение и, наконец, некроз (инфаркт). Длительность предварительных инфаркту фаз зависит от многих причин: степени и скорости нарушения кровотока, развития коллатералей и др., но обычно они длятся от нескольких десятков минут, до нескольких часов.
- Развитие некроза сказывается на сегменте QRS электрокардиограммы.
- Над участком некроза активный электрод регистрирует патологический зубец Q (QS).
- Напомним, что у здорового человека в отведениях, отражающих потенциал левого желудочка (V5-6, I, aVL), может регистрироваться физиологический зубец q, отражающий вектор возбуждения перегородки сердца. Физиологический зубец q в любых отведениях, кроме aVR, не должен быть более 1/4 зубца R, с которым он записан, и продолжительнее 0.03 с.

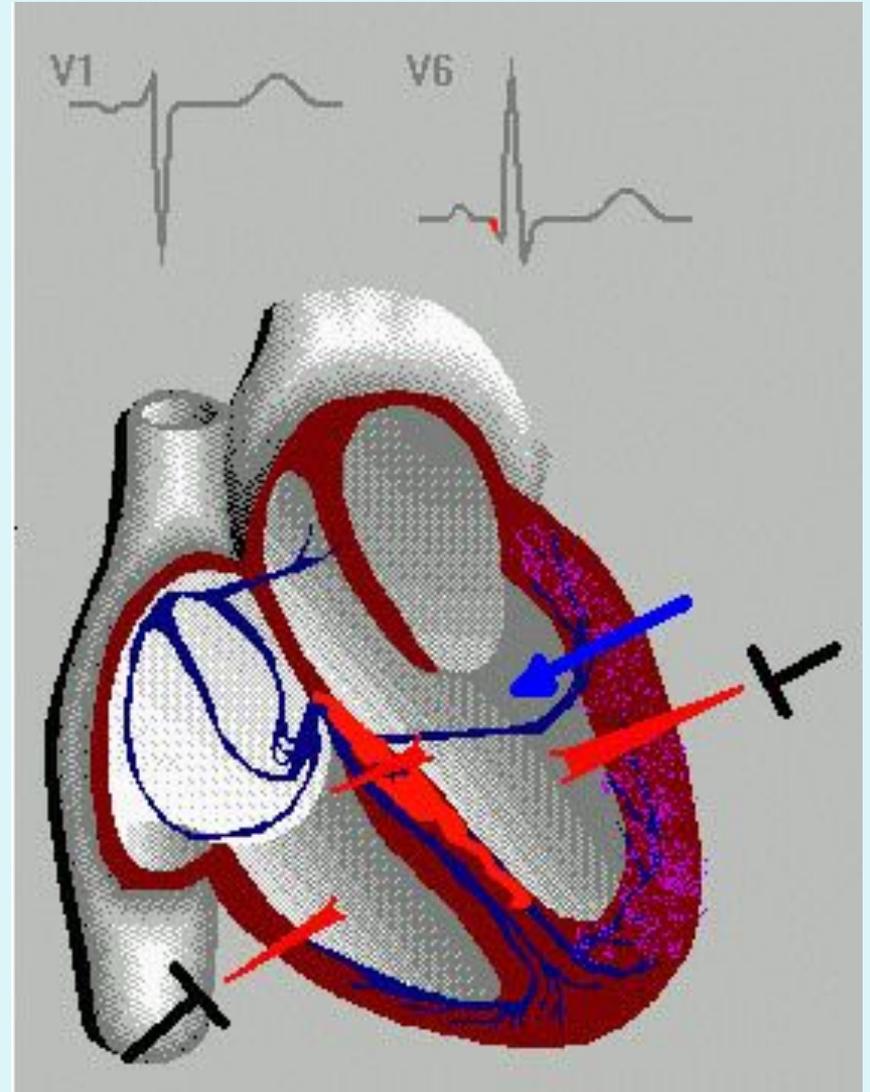
**При возникновении трансмурального некроза в мышце сердца над субэпикардальной проекцией некроза регистрируется внутриполостной потенциал левого желудочка, который имеет формулу QS, т.е. представлен одним большим отрицательным зубцом. Если, наряду с некрозом, имеются и функционирующие волокна миокарда, то желудочковый комплекс имеет формулу Qr или QR, причем чем больше этот функционирующий слой, тем выше зубец R. Зубец Q в случае некроза имеет свойства зубца некроза: более 1/4 зубца R по амплитуде и продолжительнее 0.03с.**

Исключением является отведение aVR, в котором в норме регистрируется внутриполостной потенциал, и потому ЭКГ в этом отведении имеет формулу QS, Qr или rS

**Еще одно правило: зубцы Q раздвоенные или имеющие зазубрины чаще всего патологические и**

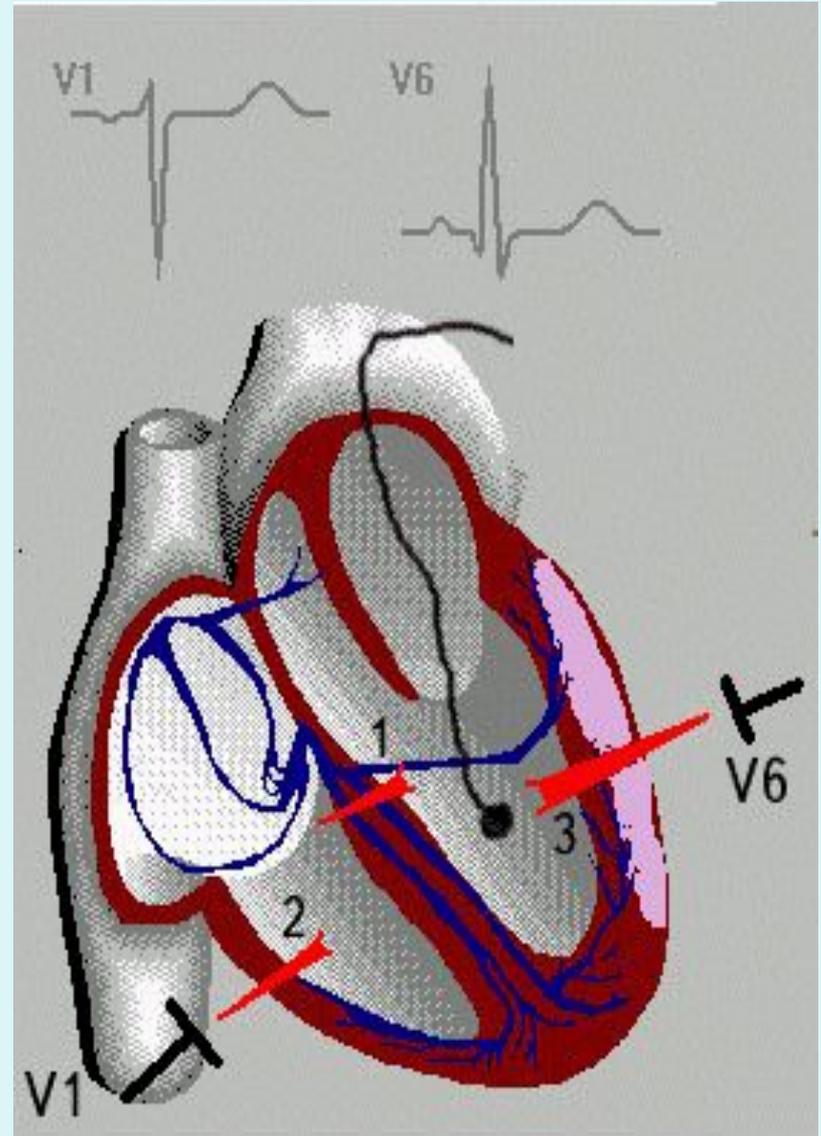
## Ишемия:

Формирование электрокардиограммы при трех последовательных процессах: ишемии, повреждении и некрозе



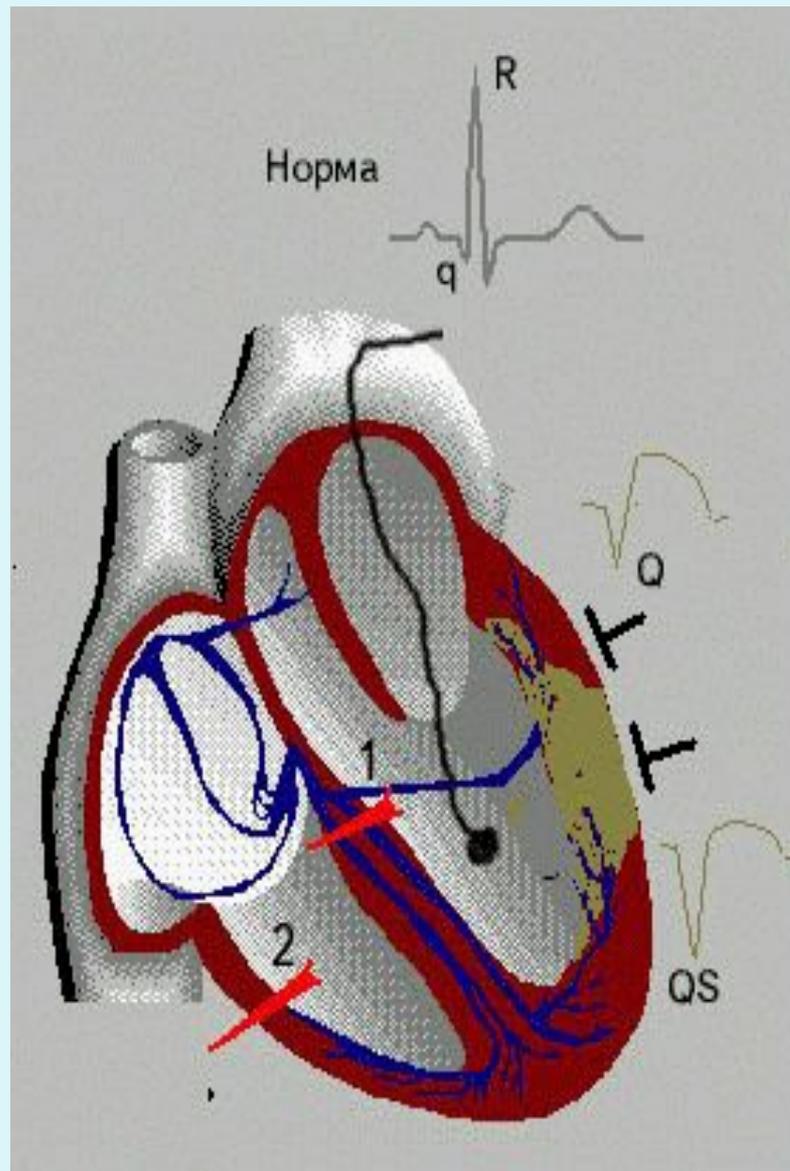
## Повреждение:

Формирование  
электрокардиограммы при трех  
последовательных  
процессах:  
ишемии,  
повреждении и  
некрозе

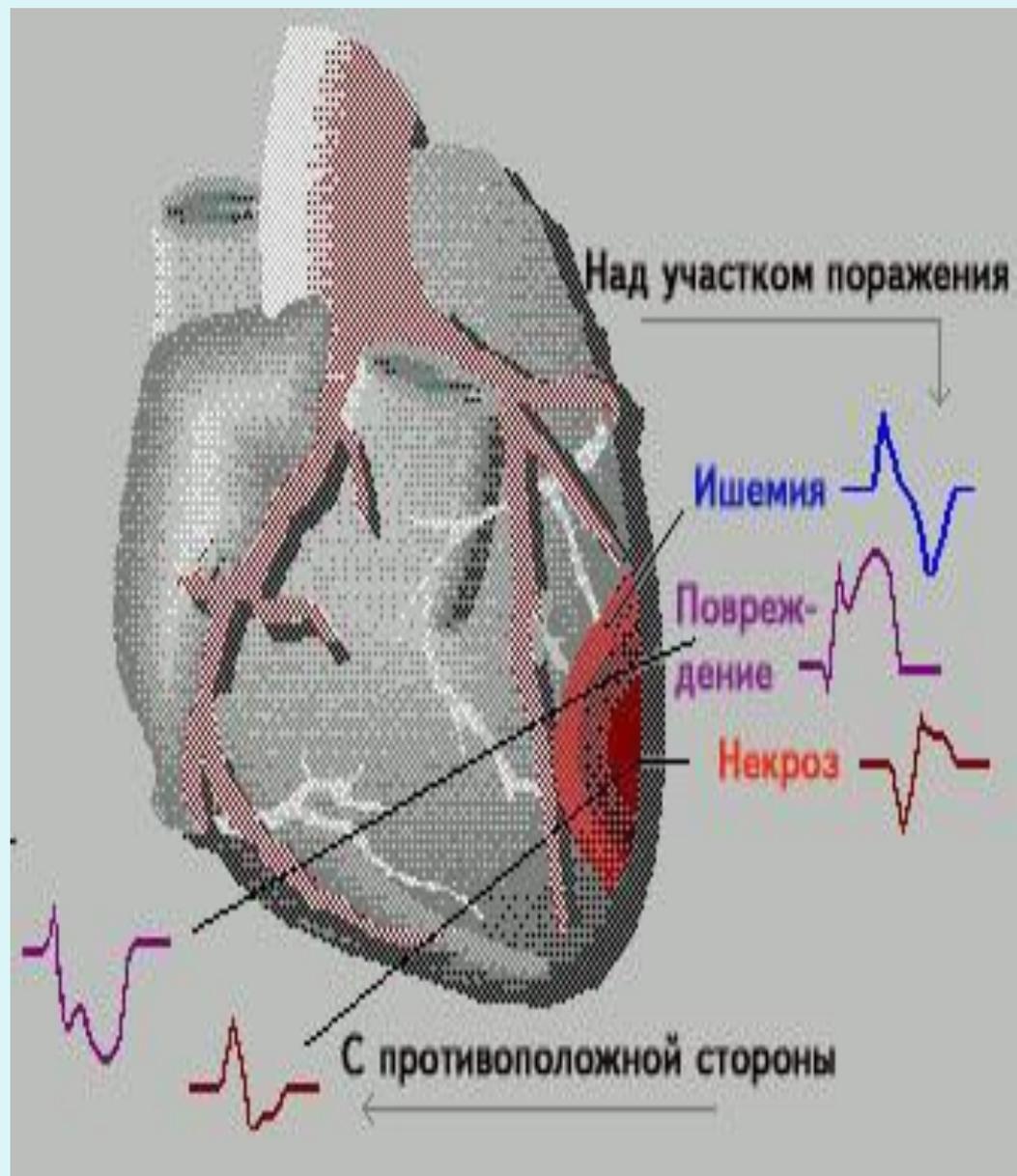


## Некроз:

Итак, на основной вопрос диагностики некроза (инфаркта) миокарда получен ответ: при трансмуральном некрозе электрокардиограмма в отведениях, которые находятся над зоной некроза, имеет формулу желудочного комплекса QS; при нетрансмуральном некрозе желудочковый комплекс имеет вид Qr или QR.



Еще одна важная закономерность характерна для инфаркта: в отведениях, находящихся в зоне противоположной от очага некроза, регистрируются зеркальные (реципрокные, дискордантные) изменения - зубцу Q соответствует зубец R, а зубцу r(R) - зубец s(S). Если над зоной инфаркта сегмент ST приподнят дугой вверх, то на противоположных участках он опущен дугой вниз



# Локализация инфаркта.

Электрокардиограмма позволяет различать инфаркт задней стенки левого желудочка, перегородки, передней стенки, боковой стенки, базальной стенки левого желудочка.

Для диагностики инфаркта правого желудочка, который составляет менее 1% всех инфарктов, применяют специальные правые грудные отведения.

Таблица диагностики разной локализации инфаркта миокарда по 12 отведениям, входящим в стандарт электрокардиографического исследования.

Топическая диагностика инфаркта миокарда		
Локализация инфаркта миокарда	Отведения ЭКГ, в которых регистрируются	
	прямые признаки	реципрокные признаки
Передний и передне-перегородочный	$V_1-V_4, A, (I)$	III, aVF, D
Переднебазальный	$aVL, (I), V_2^2-V_4^2$	III, aVF, $V_1-V_2$
Передний распространенный	$I, II, aVL, V_1-V_6, A, I$	III, aVF, D
Боковой	$I, II, aVL, V_5-V_6, I$	$V_1, (V_2, aVR)$
Боковой базальный	$aVL, V_5^2-V_6^2$	III, $(V_1-V_2)$
Заднедиафрагмальный (нижний)	II, III, aVF, D	$I, aVL, V_2-V_5, A$
Циркулярный верхушечный	II, III, aVF, $V_3-V_6, D, A, I$	$aVR, V_1-V_2, V_{3R}$
Заднебазальный	$V_7-V_9, D$	$V_1-V_3, V_{3R}, A$
Правого желудочка	$V_{3R}-V_{4R}$	$V_7-V_9$

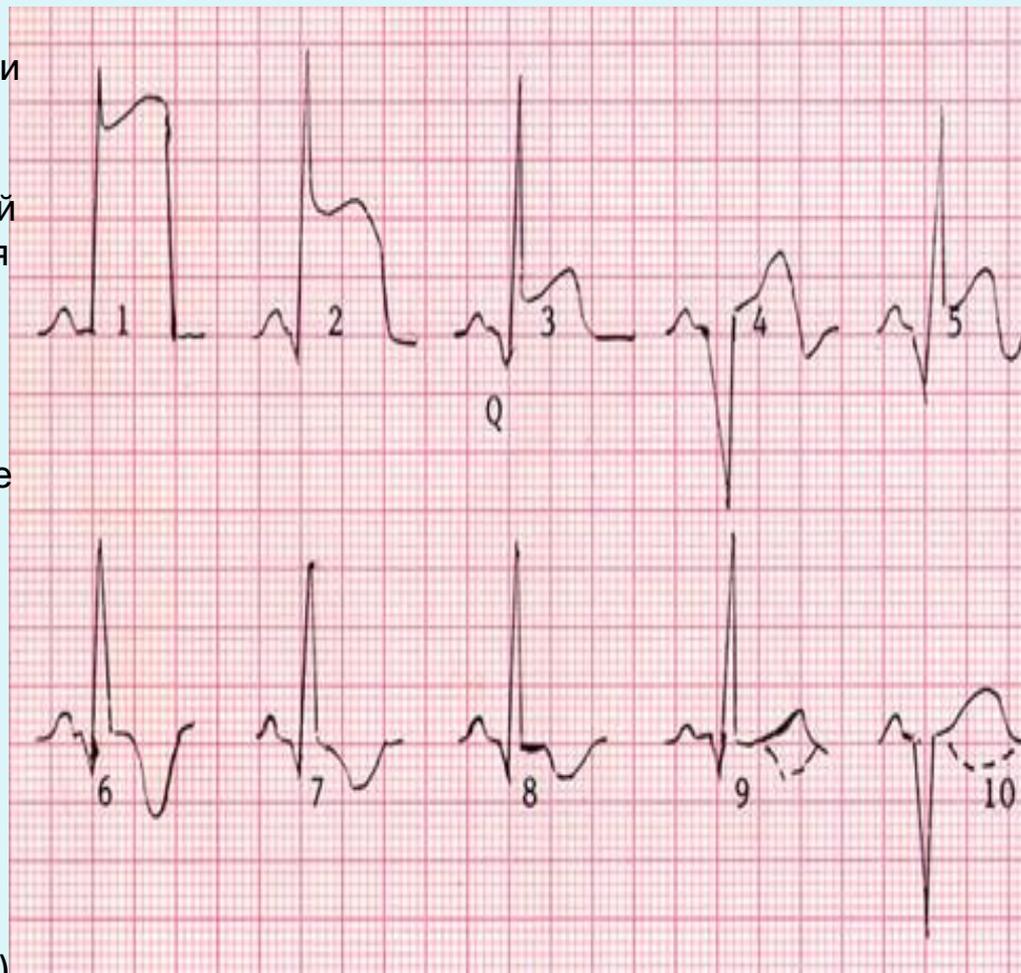
Локализация ИМ	Отведения, где обнаруживают признаки ИМ	
	Прямые признаки: патологический Q (QS); элевация RS-T; отрицательный коронарный T	Реципрокные признаки: депрессия RS-T; высокий положительный T; высокий R (при задних ИМ)
<b>Инфаркт миокарда передней стенки ЛЖ</b>		
Переднеперегородочный	V1 - V3	
Передневерхушечный	V3, V4	
Переднебоковой	I, aVL, V5, V6	
Переднебазальный (высокий передний)	V24-V26 и/или V34-V36	
Распространенный передний	I, aVL, V1 - V6	III, aVF, II
<b>Инфаркт миокарда задней стенки ЛЖ</b>		
Заднедиафрагмальный (нижний)	III, aVF, II	
Заднебазальный	V7 - V9	V1 - V3
Заднебоковой	V5, V6, III, aVF	
Распространенный задний	III, aVF, II, V5, V6, V7-V9	V1 - V3

1. Острейшая стадия. Она длится от нескольких десятков минут до нескольких часов. Проявляется электрокардиографическими синдромами ишемии и повреждения. (под цифрой 1 на рисунке).

2. Острая стадия. уменьшения зоны ишемии и повреждения. Длится эта стадия от нескольких дней до 2-3 недель. На электрокардиограмме сочетаются 2 синдрома - некроза и повреждения. Как правило, имеется патологический зубец Q (QS), ST выше изолинии дугой вверх (в реципрокных отведениях ниже изолинии дугой вниз). К концу этой стадии ST приближается к изолинии, начинается отграничение зоны повреждения и ишемии - появляются первые признаки формирования коронарного зубца T.(2, 3, 4).

3. Подострая стадия начинает формироваться рубец. На ЭКГ сохраняется патологический зубец Q, но QS может заменяться комплексами Qr или QR. ST на изолинии. Отграничивается зона ишемии и формируются глубокие отрицательные равнобедренные (коронарные) зубцы T. (5, 6).

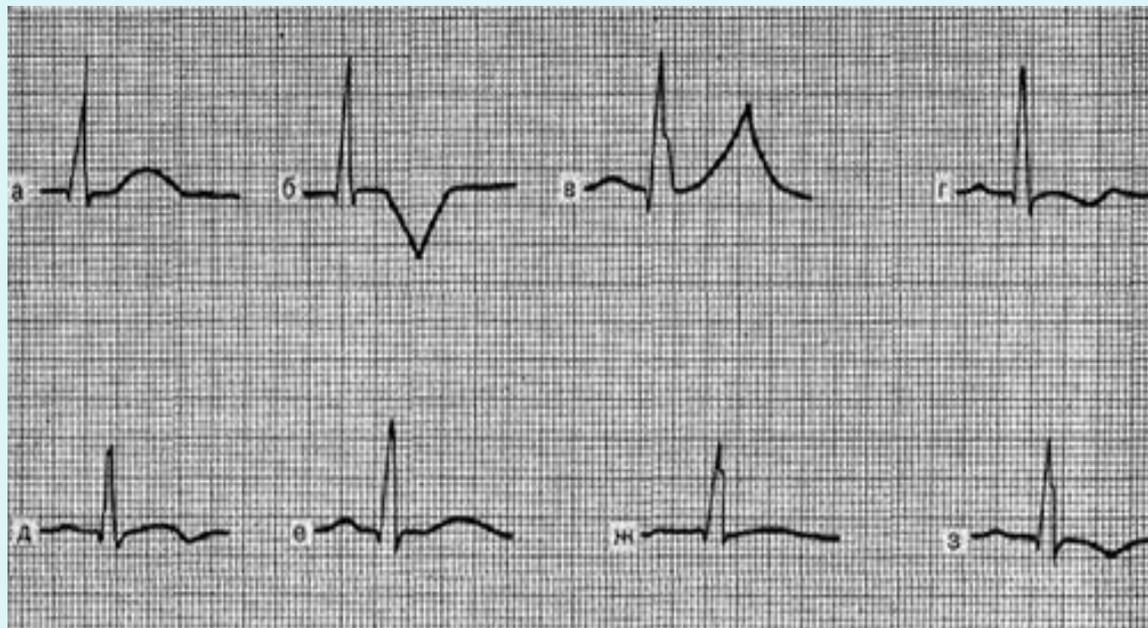
4. Рубцовая стадия (стадия кардиосклероза). Длится от 2-3 до 6-8 месяцев. Сохраняется патологический зубец Q, ST на изолинии, сохраняется коронарный зубец T, хотя к концу этого периода он начинает уменьшаться по амплитуде, становится неравнобедренным. (7, 8).



**Электрокардиографические  
стадии течения инфаркта  
миокарда.**

## Варианты изменений зубца Т при ишемии:

- а — норма, б  
— отрицательный  
симметричный  
«коронарный» зубец  
Т (бывает при инфаркте),  
в — высокий  
положительный  
симметричный  
«коронарный» зубец  
Т (при инфаркте и ряде  
других патологий, см.  
ниже),  
г, д — двухфазный зубец Т,  
е — сниженный зубец Т  
(амплитуда меньше  
 $1/10$ - $1/8$  зубца R),  
ж — сглаженный зубец Т,  
з — слабо отрицательный  
зубец Т.



При ишемии миокарда комплекс QRS и сегменты ST в норме, а **зубец T изменен: он расширенный, симметричный, равносторонний, увеличен по амплитуде (размаху) и имеет заостренную вершину.** При этом зубец T может быть как положительным, так и отрицательным — это зависит от расположения очага ишемии в толще сердечной стенки, а также от направления выбранного ЭКГ-отведения. Ишемия — **обратимое явление**, со временем метаболизм (обмен веществ) восстанавливается до нормы или продолжает ухудшаться с переходом в стадию повреждения.

## ПОВРЕЖДЕНИЕ:

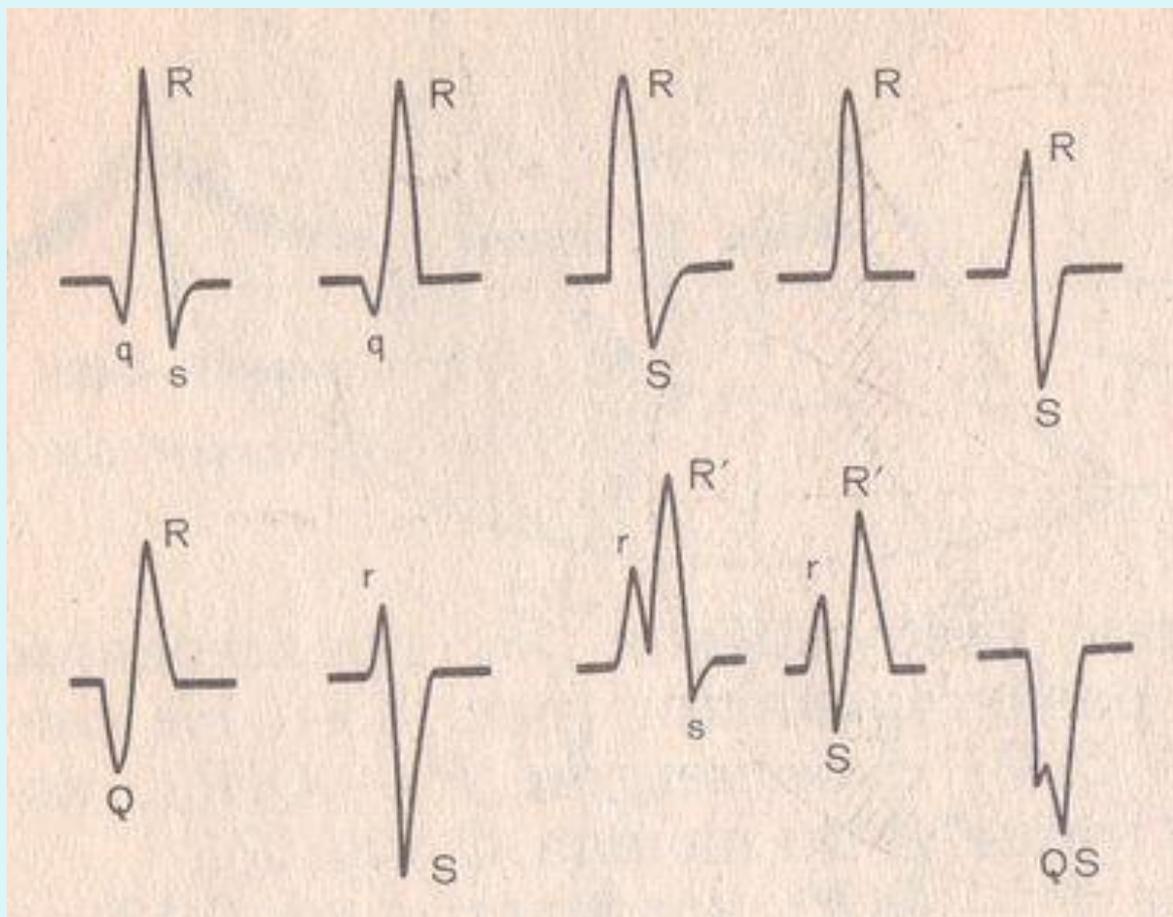
это более глубокое поражение миокарда, при котором под микроскопом определяются увеличение числа вакуолей, набухание и дистрофия мышечных волокон, нарушение структуры мембран, функции митохондрий, ацидоз (закисление среды) и т.д. Страдает как деполяризация, так и реполяризация. Считается, что повреждение влияет в первую очередь на сегмент ST. **Сегмент ST может смещаться выше или ниже изолинии, но его дуга (это важно!) при повреждении обращена выпуклостью в сторону смещения.** Таким образом, при повреждении миокарда дуга сегмента ST направлена в сторону смещения, что отличает ее от многих других состояний, при которых дуга направлена к изолинии (гипертрофия желудочков, блокада ножек пучка Гиса и др.). **Зубец T** при повреждении может быть разной формы и размеров, что зависит от выраженности сопутствующей ишемии. Повреждение тоже не может существовать долго и переходит в ишемию или в некроз

- **Варианты смещения сегмента ST при повреждении.**



## НЕКРОЗ: гибель миокарда.

Погибший миокард не способен деполяризоваться, поэтому мертвые клетки не могут формировать зубец R в желудочковом комплексе QRS. По этой причине при **трансмуральном инфаркте** (гибель миокарда на некотором участке по всей толщине сердечной стенки) в этом ЭКГ-отведении зубца R **вообще нету**, и формируется **желудочковый комплекс типа QS**. Если некроз затронул только часть стенки миокарда, формируется комплекс типа **QrS**, в котором зубец R уменьшен, а зубец Q увеличен по сравнению с нормой.



## **Варианты желудочкового комплекса QRS.**

**В норме зубцы Q и R должны подчиняться ряду правил, например:**

зубец Q должен всегда присутствовать в V4-V6.  
ширина зубца Q не должна превышать 0.03 с, а его амплитуда НЕ должна превышать 1/4 амплитуды зубца R в этом отведении.

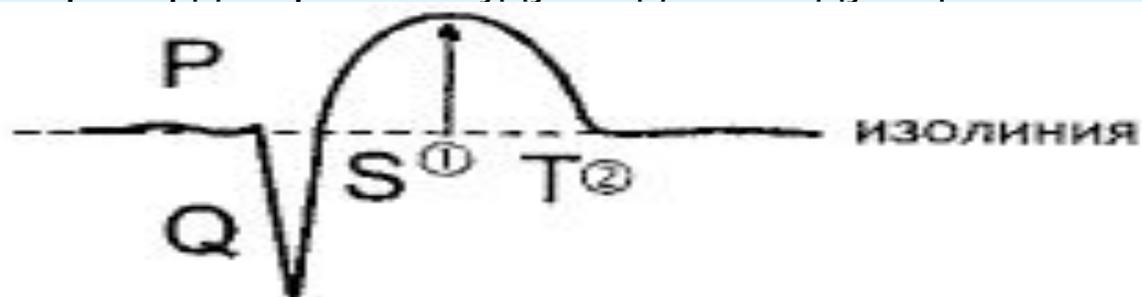
**зубец R должен нарастать по амплитуде с V1 по V4** (т.е. в каждом последующем отведении с V1 по V4 зубец R должен быть выше, чем в предыдущем).  
**в V1 в норме зубец r может отсутствовать**, тогда желудочковый комплекс имеет вид QS. У людей до 30 лет комплекс QS в норме изредка может быть в V1-V2, а у детей — даже в V1-V3, хотя это всегда подозрительно на **инфаркт передней части межжелудочковой перегородки.**

**Крупноочаговый инфаркт** имеет определенную стадийность и включает в себя следующие этапы:

- 1. Острейший** – продолжается несколько минут или часов от развития ишемии до возникновения некроза. Наблюдается неустойчивое артериальное давление. Возможны боли. Отмечается артериальная гипертензия, иногда – снижение артериального давления. Высока вероятность фибрилляции желудочков.

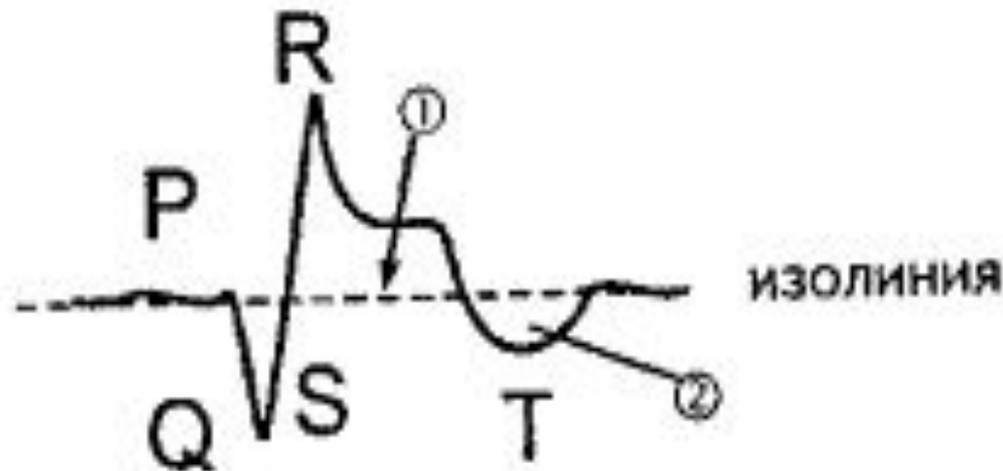
**Острый** – период, в течение которого образуется окончательный участок некроза, происходит воспаление окружающих тканей и формируется рубец. Он длится от 2 часов до 10 дней (при затяжном и рецидивирующем течении – дольше). В этот период происходит нарушение гемодинамики, которое может проявляться в виде снижения артериального давления (чаще всего систолического) и доходить до развития отека легких или кардиогенного шока. Ухудшение гемодинамики может привести к нарушению кровоснабжения головного мозга, которое может проявляться в виде неврологических симптомов, а у пожилых людей может вести и к нарушению психики.

В первые дни инфаркта миокарда высока вероятность разрывов сердечной мышцы. У больных с многососудистым стенозирующим поражением венечных артерий может возникнуть ранняя постинфарктная стенокардия. В этот период на электрокардиограмме будут видны следующие изменения:



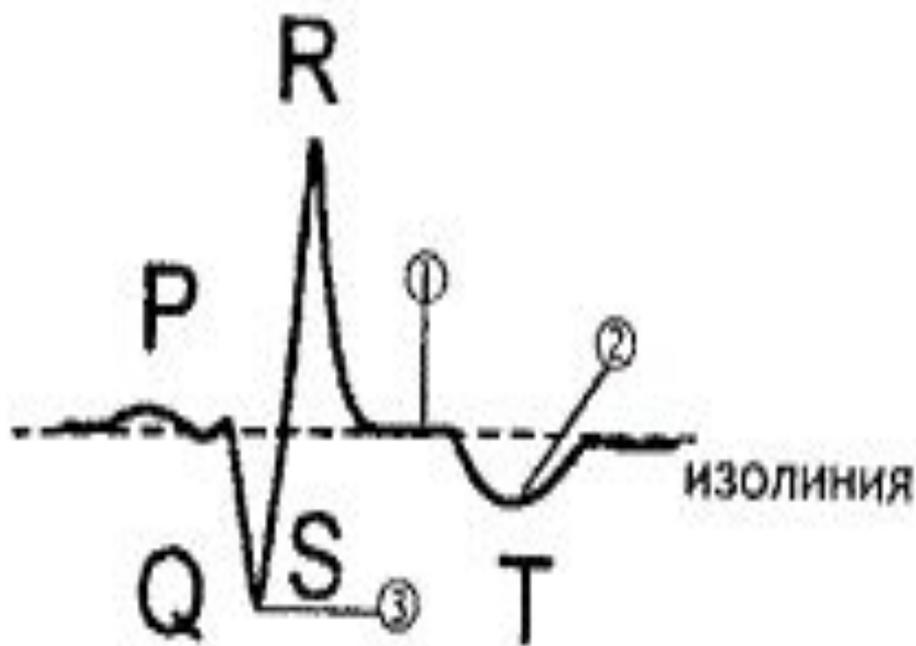
- ① Сегмент S—T — выше изолинии
- ② Зубец T не дифференцируется

**3. Подострый** – период, когда идет окончательное формирование рубца, замещается некротическая ткань грануляционной. Это происходит до 4—5-й недели от начала заболевания. С конца второй и до шестой недели заболевания может развиваться постинфарктный синдром (перикардит, плеврит, пневмония). В этот период на электрокардиограмме будут видны следующие изменения:



- ① Сегмент S—T начинает опускаться к изолинии
- ② Появляется отрицательный зубец T

**Период рубцевания** – после двух месяцев до двух-трех лет. **Постинфарктный период** – период, когда окончательно формируется и уплотняется рубец, а сердце привыкает к новым условиям работы. В этот период на электрокардиограмме видны следующие изменения:



- ① Сегмент S—T —  
изоэлектричен
- ② Зубец T — отрица-  
телен
- ③ Зубец Q — отчет-  
лив

Чтобы определить локализацию инфаркта миокарда необходимо обратить внимание, какое отведение регистрирует характерные изменения:

Переднеперегородочный инфаркт миокарда – I, aVL, V1, V2, V3;

Переднегородочно-верхушечный – I, aVL, V1, V2, V3, V4;

Переднегородочно-верхушечно-боковой – I, aVL, V1, V2, V3, V4, V5, V6;

Нижний – II, III, aVF;

Нижнебоковой – II, III, aVF, V5, V6.