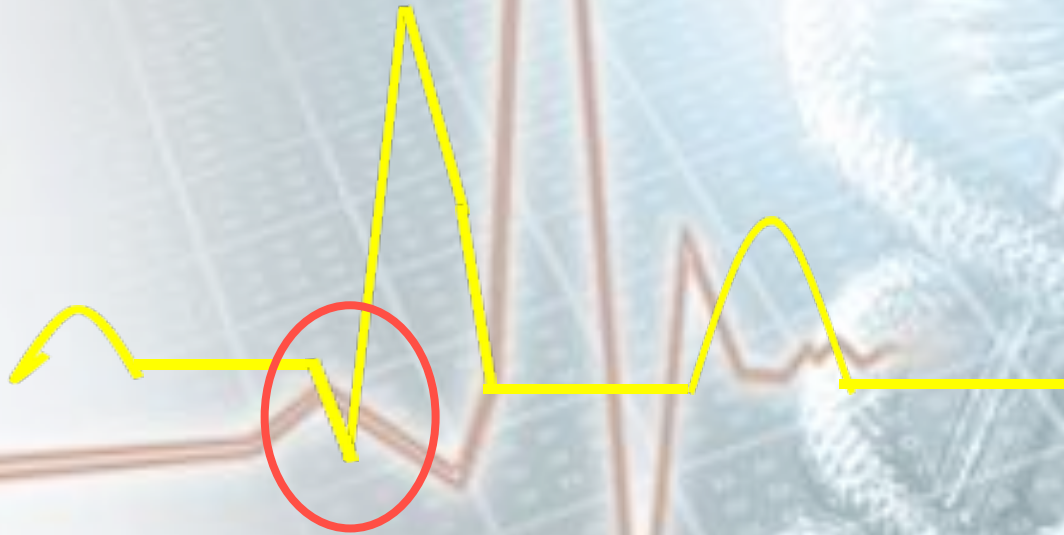


Ишемия, повреждение, некроз

Сердечные, мышечные синдромы



Зоны ИМ

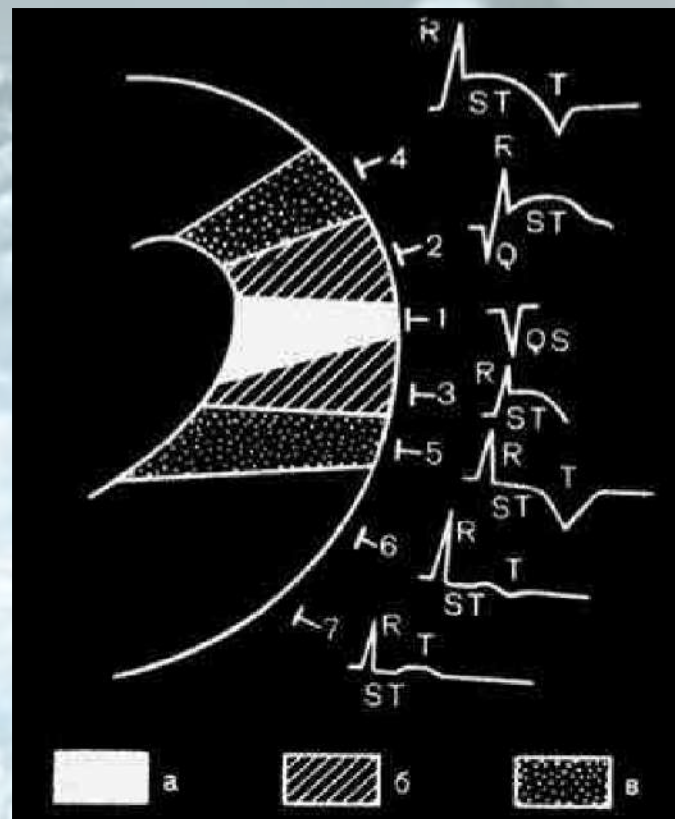
Существует три зоны инфаркта миокарда: ишемия, повреждение и некроз.

При инфаркте миокарда ишемия, повреждение и некроз существуют одновременно.

Вокруг зоны инфаркта миокарда (1) находится зона трансмурального повреждения (2). Зона поражения обычно окружена зоной трансмуральной ишемии (3).

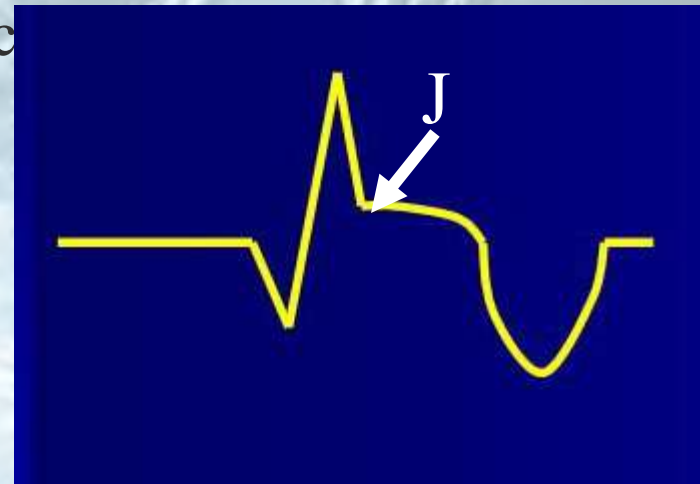
Изменения ЭКГ во время сердечного приступа в этом случае зависят от того, как активный электрод расположен относительно зон некроза, повреждения и ишемии.

Подобные изменения ЭКГ регистрируются при опухолях сердца. Подобные изменения ЭКГ редко выявляются у пациентов с острыми заболеваниями органов брюшной полости, миокардитом, острой цереброваскулярной аварией, коронарографией, электролитным дисбалансом, аллергическими реакциями и т. Д., Однако они в основном связаны с ишемической болезнью сердца.



Ишемия и повреждение в основном оцениваются по изменениям сегмента ST и зубца T

- Сегмент ST измеряется от конца комплекса QRS до начала зубца T. Точка перехода комплекса QRS в сегмент ST обозначена как точка подключения
- (точка J).
- Сегмент ST соответствует периоду полного охвата возбуждения обоих желудочков, когда разность потенциалов между различными частями сердечной мышцы отсутствует или очень мала. Поэтому обычно в стандартных отведениях от конечностей сегмент ST располагается на контуре, допускается смещение на 0,5 мм от контура.
- В отведениях грудной клетки V1-V3 наблюдается смещение сегмента вверх от контура на 1,0 мм, а в отведениях V5-V6 от контура на 0,5-1,0 мм.



Ишемия

Ишемия миокарда связана с нарушением в ней процессов реполяризации и обусловлена снижением кровоснабжения отдельных участков миокарда в результате атеросклероза артерий, снабжающих его кровью.

Ишемия, как правило, более выражена в эндокарде, чем в эпикарде. Это связано с тем, что эндокардиальные отделы миокарда снабжаются кровью хуже, чем эпикардиальные, и эндокард испытывает большее давление крови, содержащейся в желудочках.

В ишемической зоне реполяризация идет медленно. Кроме того, ишемия может привести к изменению направления волны реполяризации.

Т-волна была изменена на ЭКГ для ишемии, но комплекс QRS и сегмент ST имеют обычный вид.

Из-за отсроченной реполяризации в ишемической зоне обычно происходит определенное уширение зубца Т. Изменения зубца Т во время ишемии зависят от того, как сайт ишемии расположен относительно электрокардиографических отведений и в какой части миокарда находится зона ишемии.

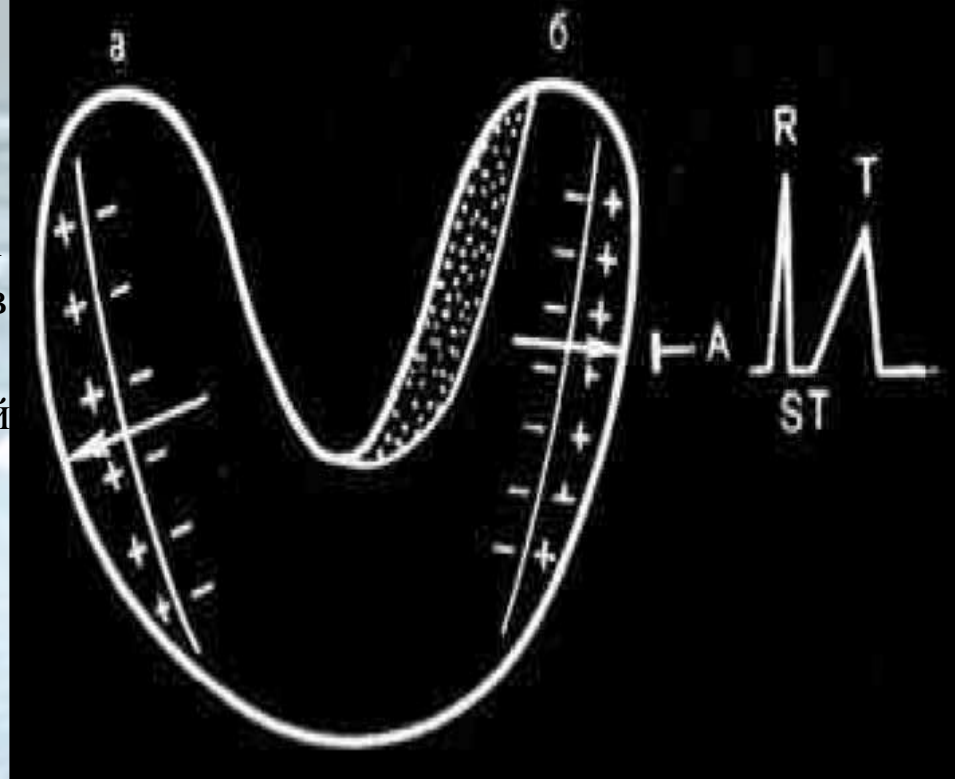
Субэндокардиальная ишемия

При субэндокардиальной ишемии процесс реполяризации в передней и задней стенках левого желудочка, как обычно, начинается в эпикарде и распространяется на эндокард. Эпикардиальные участки передней и задней стенок заряжены положительно, а эндокардиальные - заряжены осторожно.

Вектор реполяризации передней стенки левого желудочка направлен на электрод А, вектор реполяризации задней стенки направлен в противоположном направлении.

Во время реполяризации положительные заряды сталкиваются с электродом А.

Процесс реполяризации в ишемической зоне является медленным и запоздалым по отношению к задней стенке, поэтому суммарный вектор направлен на активный электрод, что приводит к регистрации сильной зубца Т в этой зоне

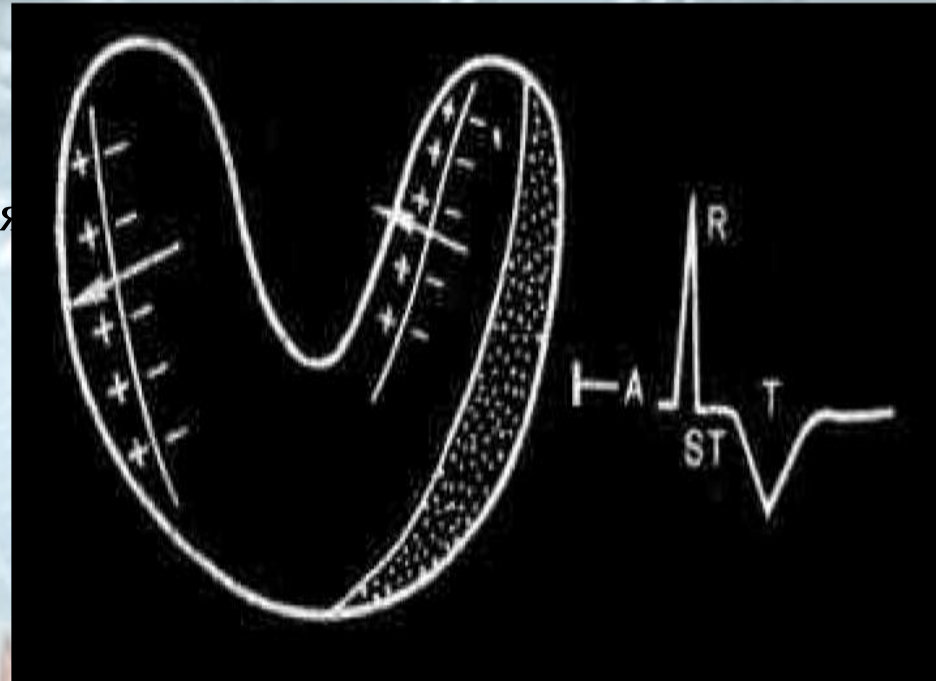


Субэпикардиальная ишемия

В связи с тем, что ишемия локализуется в эпикарде, эпикардиальные срезы миокарда позже выходят из состояния возбуждения, чем эндокард.

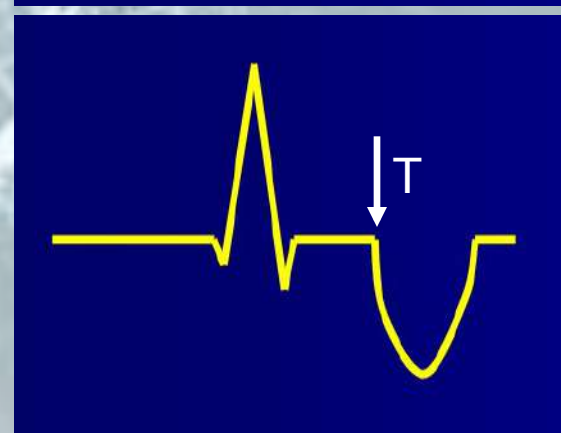
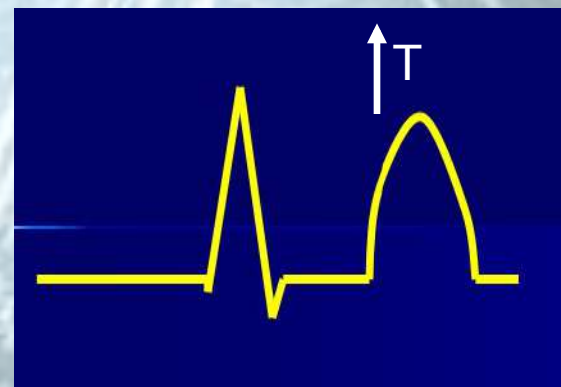
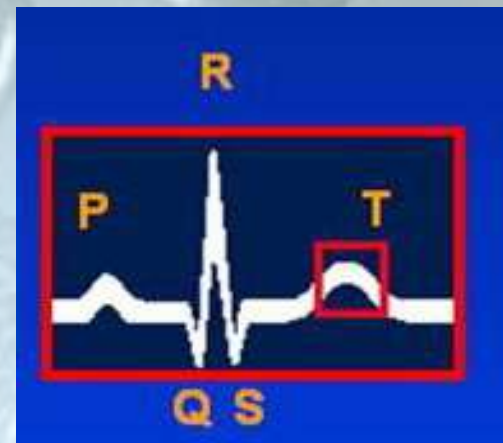
Это приводит к тому, что реполяризация передней стенки начинается у ее эндокарда и распространяется на эпикард. В задней стенке процесс реполяризации, как обычно, идет от эпикарда к эндокарду.

Во время реполяризации оба вектора реполяризации - передняя и задняя стенки - направлены от электрода А. Отрицательные заряды, возникающие при реполяризации передней и задней стенок, обращены к этому электроду. Следовательно, зубец Т, зарегистрированный на электроде А, будет отрицательным.



Признаки ишемии

- Если очаг ишемии находится в субэндокардиальных слоях миокарда, то замедление 3-й фазы реполяризации приводит к увеличению амплитуды и продолжительности T, в прямых отведениях оно становится высоким, заостренным. Взаимные признаки проявляются уменьшением амплитуды T.



- Признаками субэпикардиальной и трансмуральной ишемии являются формирование отрицательного T. Взаимные признаки - увеличение амплитуды положительного T.

Повреждение

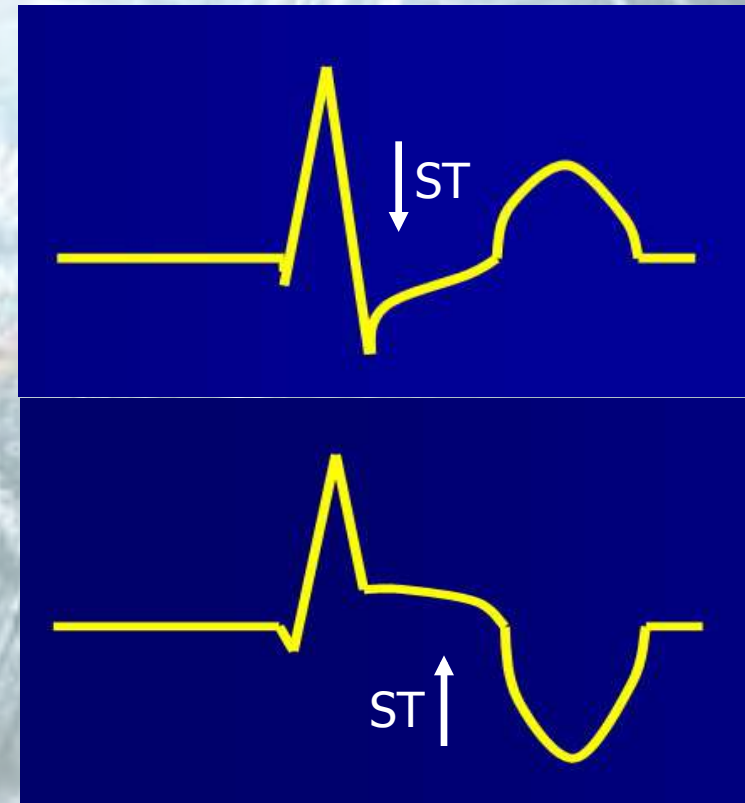
Повреждение приводит к гистологическим изменениям в миокарде, которые возникают в результате его недостаточного кровоснабжения. В миокарде при повреждении возникают вакуолизация, отек, дистрофия мышечных волокон, нарушение структуры клеточных мембран и функций митохондрий, метаболические изменения, например, распад энергетически богатых фосфатов, ацидоз и др.

В состоянии покоя зона повреждения заряжена отрицательно по отношению к здоровому миокарду, заряжена положительно. Ток, возникающий в состоянии покоя, называется током повреждения или током покоя.

Ток повреждения приводит к смещению сегмента ТР в направлении, противоположном смещению сегмента ST. Когда сегмент ST поднимается в результате повреждения, сегмент ТР смещается ниже изолинии, и наоборот

Признаки повреждения

- Основным симптомом повреждения являются изменения сегмента ST.
- Разница потенциалов между поврежденным и здоровым миокардом вызывает сдвиг сегмента ST относительно изолинии.
- Диагностически значимое - смещение сегмента ST минимум на 1 мм.
- Когда место повреждения локализовано в субэндокардиальных слоях, депрессия сегмента ST, в субэпикардиальных слоях, повышение сегмента ST

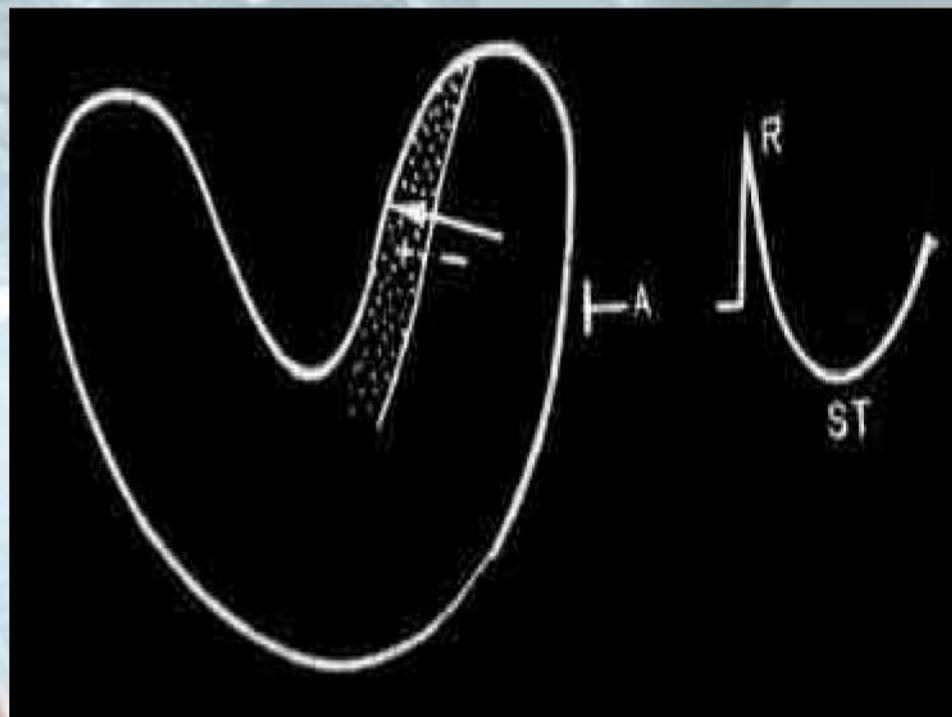


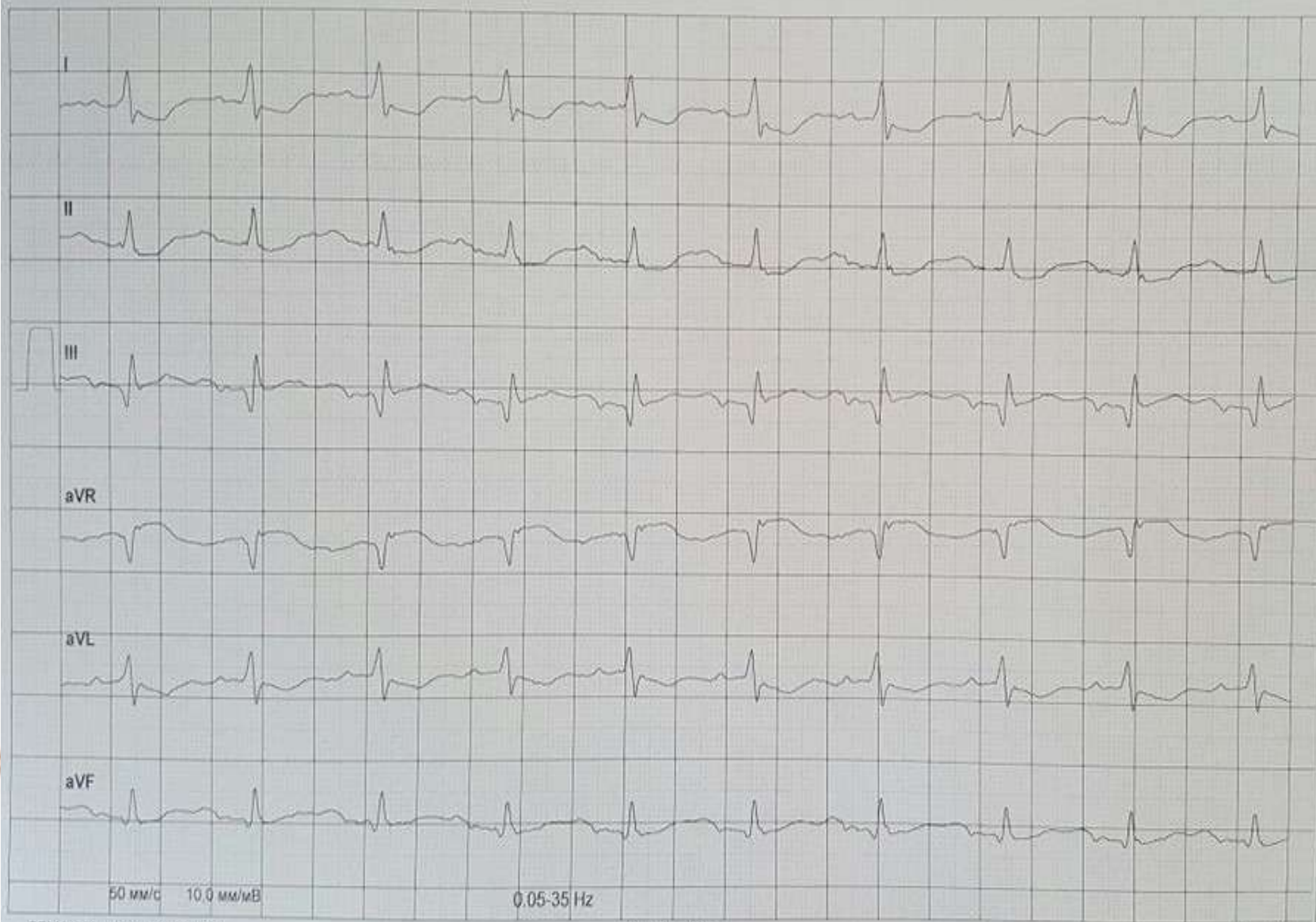
Субэндокардиальное повреждение

Субэндокардиальное повреждение под электродом является концом деполяризации.

Зона повреждения заряжена положительно, здоровые возбужденные участки миокарда заряжены отрицательно.

Вектор окончания деполяризации направлен от электрода А. Сегмент ST находится ниже контура с дугой, выпуклой вниз





SEMA-200 2.64.0 / 611.06888

AT 101 132 1

~ 13

V1

V2

V3

V4

V5

V6

50 mm/c 10,0 mm/mB

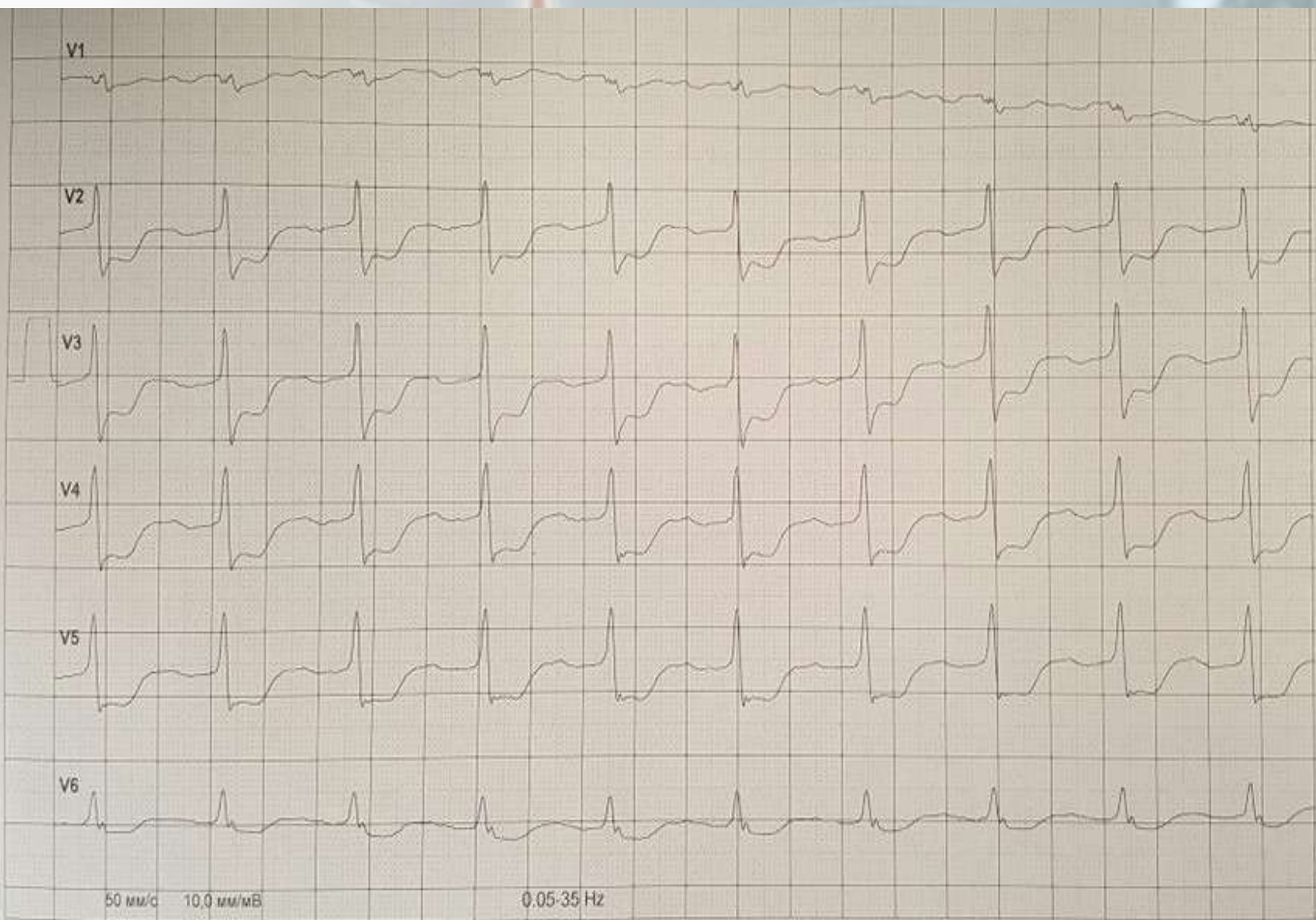
0.05-35 Hz

SEMA-200 2.64.0 / 611.06688

(AT-101 133)

Стр. 2/2

17/04/2023 10:40:00

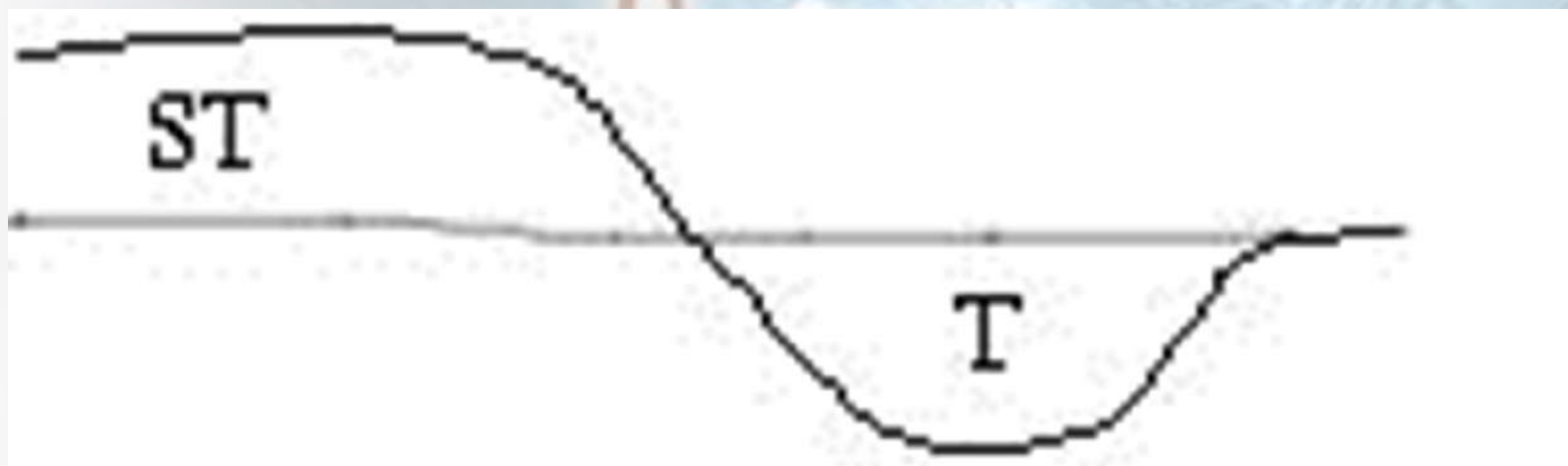


Субэпикардialное повреждение

- А - вектор возбуждения направлен на электрод А, что приводит к регистрации зубца R; Б - конец деполяризации. Зона повреждения заряжена положительно, здоровые возбужденные участки миокарда заряжены отрицательно. Вектор окончания деполяризации направлен на электрод А. Сегмент ST находится выше контура с дугой, выпуклой вверх. Сегмент ТП опущен чуть ниже контура



Субэпикардальная ишемия и повреждение



Для удобства запоминания:

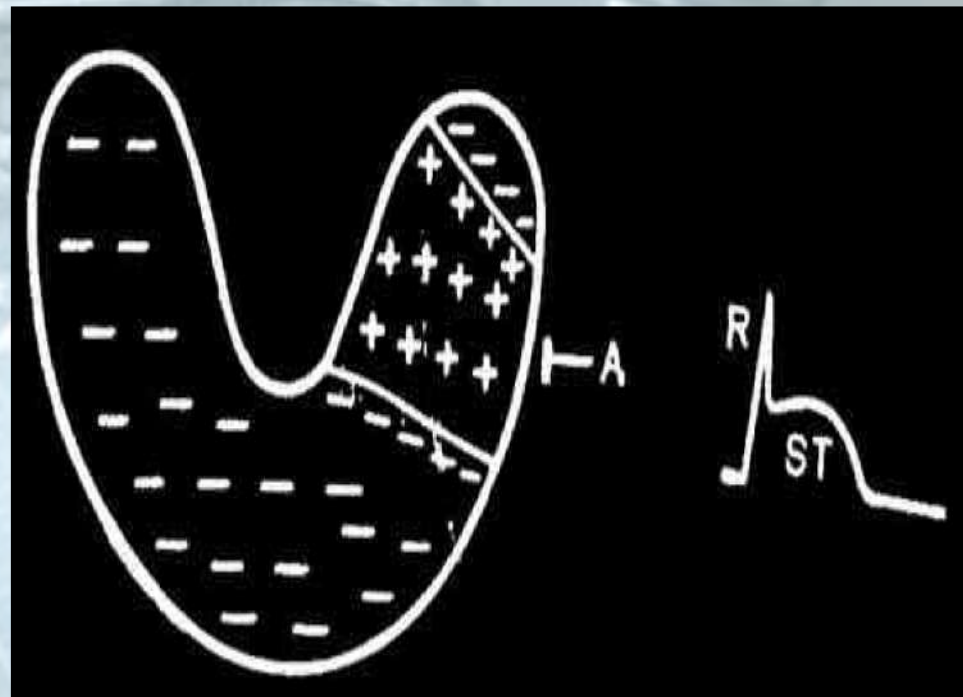
Возвышение ST - суб-ЕРІ повреждение,

Sub EPI ишемия - наоборот (отрицательный T)

Трансмуральное повреждение

Трансмуральное повреждение обычно принимает форму усеченного конуса, основание которого расположено на эндокарде, который хуже снабжается кровью.

Зона повреждения заряжена положительно, здоровые возбужденные участки миокарда заряжены отрицательно. В конце деполяризации положительные заряды обращены к электроду А. Сегмент ST выше контура с дугой, выпуклой вверх

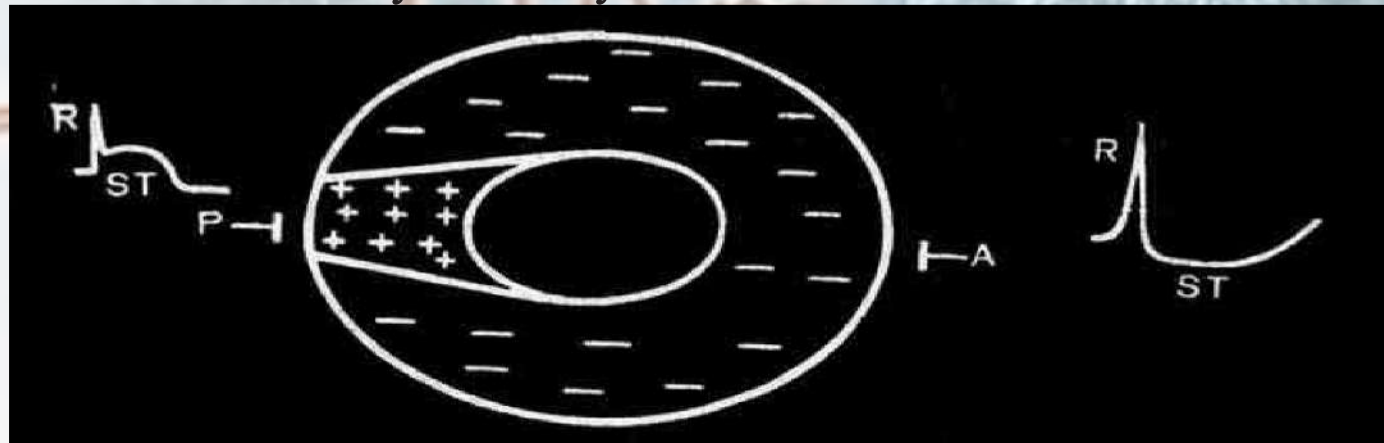


Что происходит на противоположной стороне стенки миокарда от повреждения

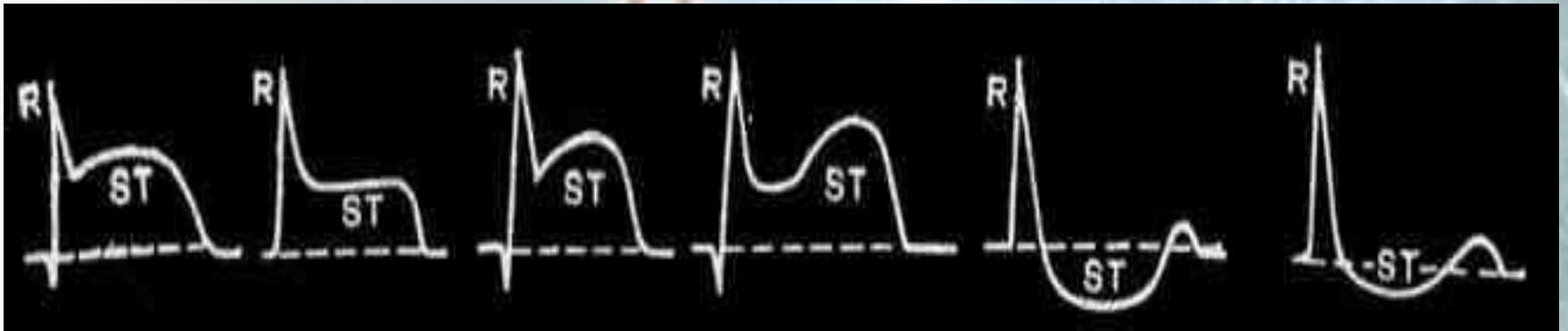
Зона повреждения заряжена положительно, здоровые возбужденные участки миокарда заряжены отрицательно. В конце деполяризации отрицательные заряды обращены к электроду А. Поэтому сегмент ST, регистрируемый этим электродом, расположен ниже контура с дугой, выпуклой вниз. Сегмент ST над областью трансмурального поражения (на электроде Р) возвышается над изолинией.

Так, при трансмуральном повреждении, расположенном на противоположной стенке электрода, наблюдается уменьшение сегмента ST ниже изолинии с дугой, выпуклой вниз. Уменьшение сегмента ST из-за трансмурального повреждения на противоположной стенке называется взаимными изменениями.

Дуга сегмента ST в этом случае выпуклая к смещению.



Варианты смещения сегмента ST при повреждении



Другие причины депрессии сегмента ST

- хроническая ишемическая болезнь сердца,
- миокардит,
- токсическое повреждение миокарда,
- пост-тахикардический синдром;
- использование сердечных гликозидов,
- гипокалиемия
- рефлекторные эффекты при остром панкреатите, холецистите, язвах желудка, приступах желчной колики, грыже пищевода,
- шок различной этиологии,
- выраженная анемия,
- заболевания легких с тяжелой дыхательной недостаточностью, тромбоэмболия легочной артерии
- острое нарушение мозгового кровообращения,
- новообразования или воспалительные процессы в мозге,
- эпилепсия и психоз различной этиологии;
- действие некоторых лекарств, таких как хлорпромазин, обезболивающее;
- курить,
- голод
- есть много еды,
- нарушение регуляции кровообращения при ортостатической пробе,
- поднимаясь на большую высоту, дыша смесью с низким содержанием кислорода,
- острое или хроническое отравление угарным газом,
- во вторую очередь, например, при блокаде ног и гипертрофии желудочков и т. д.

Другие причины элевации сегмента ST

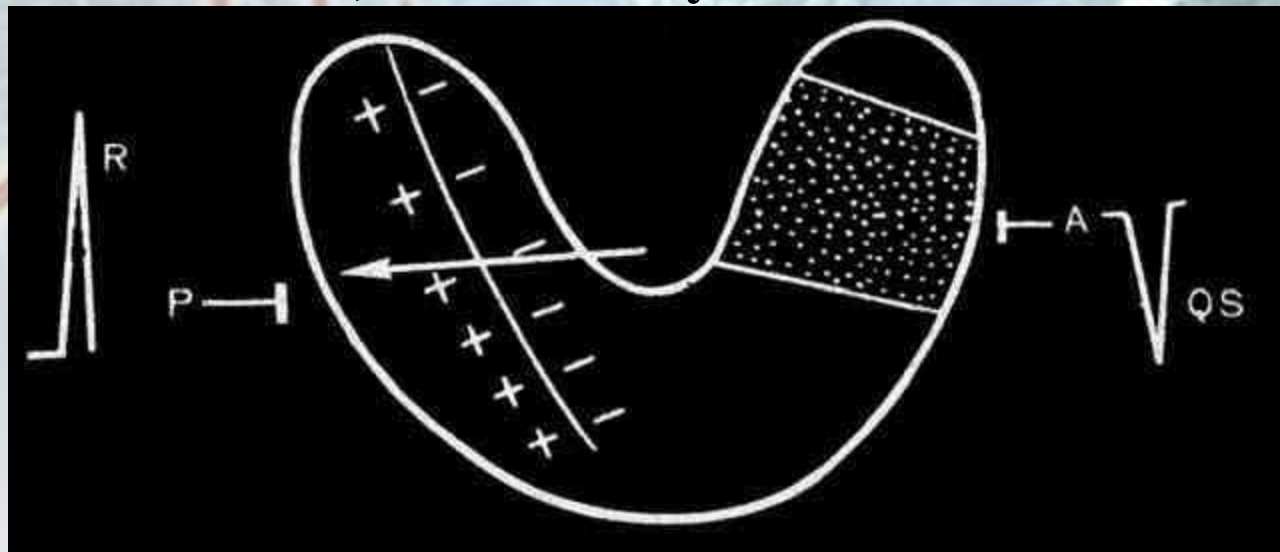
- **хроническая аневризма сердца,**
- **легочная эмболия,**
- **Принцметал стенокардия,**
- **опухоли сердца**
- **острый панкреатит**
- **коронарная ангиография,**
- **перикардит,**
- **нарушения обмена электролитов,**
- **тяжелая ваготония,**
- **во-вторых, с блокадой ножек пучка Гиса и желудочковой гипертрофией сердца,**
- **у здоровых людей из-за ранней реполяризации желудочков и т. д.**

Некроз. Трансмуральный инфаркт передней стенки

Электрод А расположен в эпикарде передней стенки, электрод Р расположен в эпикарде задней стенки левого желудочка.

Зона сердечного приступа не возбуждается и не вызывает появления ЭДС.

Общий вектор возбуждения левого желудочка направляется из зоны инфаркта, то есть от электрода А к электроду Р. На электроде А записывается QS, на электроде Р волна R больше, чем обычно, по амплитуде.



Некроз. Нетрансмуральный инфаркт миокарда

Как уже указывалось, нетрансмуральный инфаркт миокарда обычно локализуется в эндокарде и не достигает эпикарда.

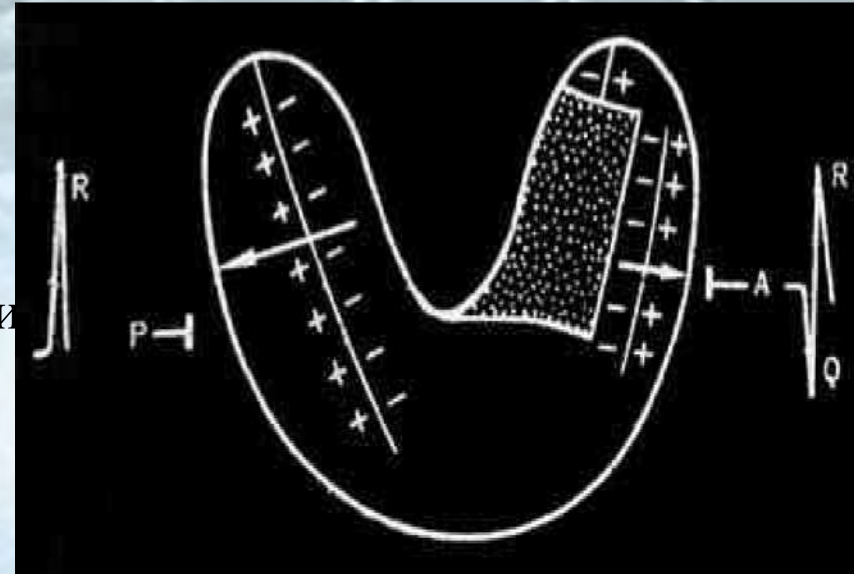
Поэтому иногда такой сердечный приступ называют субэндокардиальным.

Зона сердечного приступа не возбуждается и не вызывает появления ЭДС.

Напротив, то есть на задней стенке левого желудочка, возбуждение происходит обычным образом - от эндокарда до эпикарда.

Вектор начала деполяризации передней стенки левого желудочка направлен из зоны инфаркта, то есть от электрода А. Вектор возбуждения оставшихся участков передней стенки направлен на электрод А.

На электроде А регистрируются QR-волны, на электроде Р амплитуда зубца R больше нормальной.

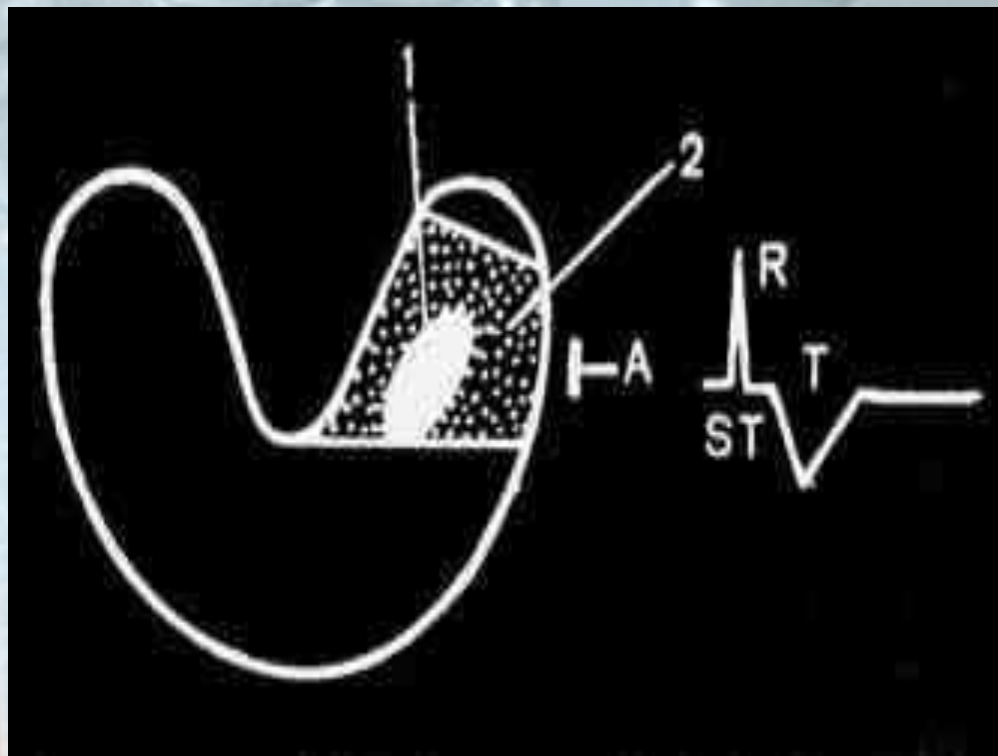


Интрамуральный ИМ

Интрамуральный инфаркт миокарда расположен в толще стенки левого желудочка и не достигает ни эндокарда, ни эпикарда.

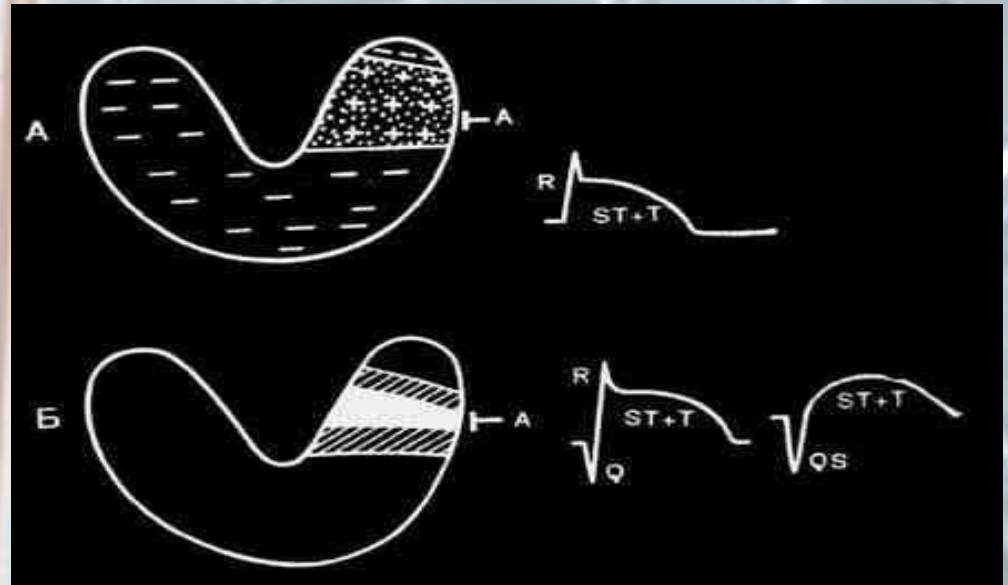
При такой локализации инфаркта возбуждение стенки левого желудочка с разных сторон обходит зону инфаркта, и поэтому внутримулярная волна Q не появляется при интрамуральном инфаркте.

Тем не менее, трансмуральная ишемия формируется вокруг зоны сердечного приступа, что приводит к изменению направления волны реполяризации и регистрации отрицательной симметричной «коронарной» зубца T. Таким образом, интрамуральный инфаркт миокарда можно диагностировать по появлению отрицательной симметричной зубца T.



ЭКГ стадии ИМ

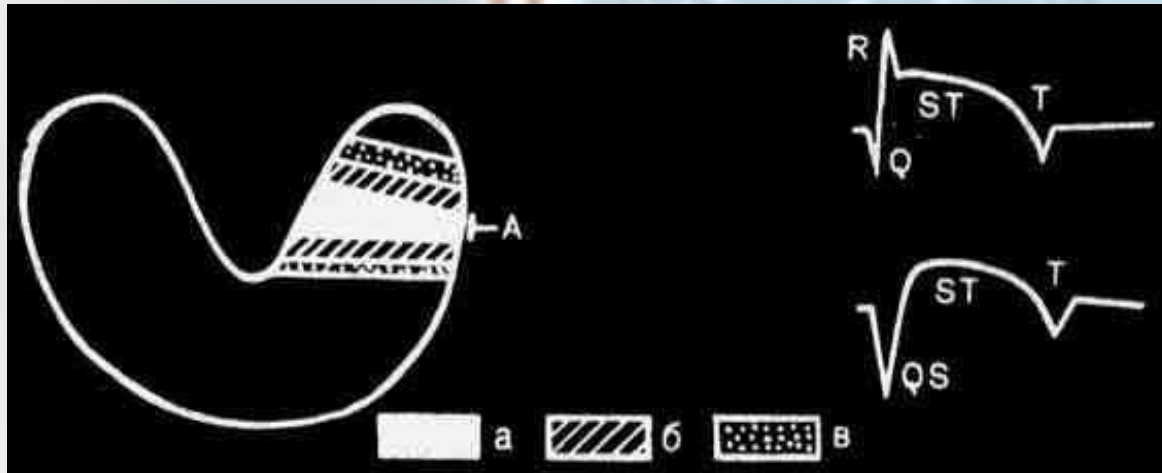
Острейшая стадия (ишемия и/или повреждение)



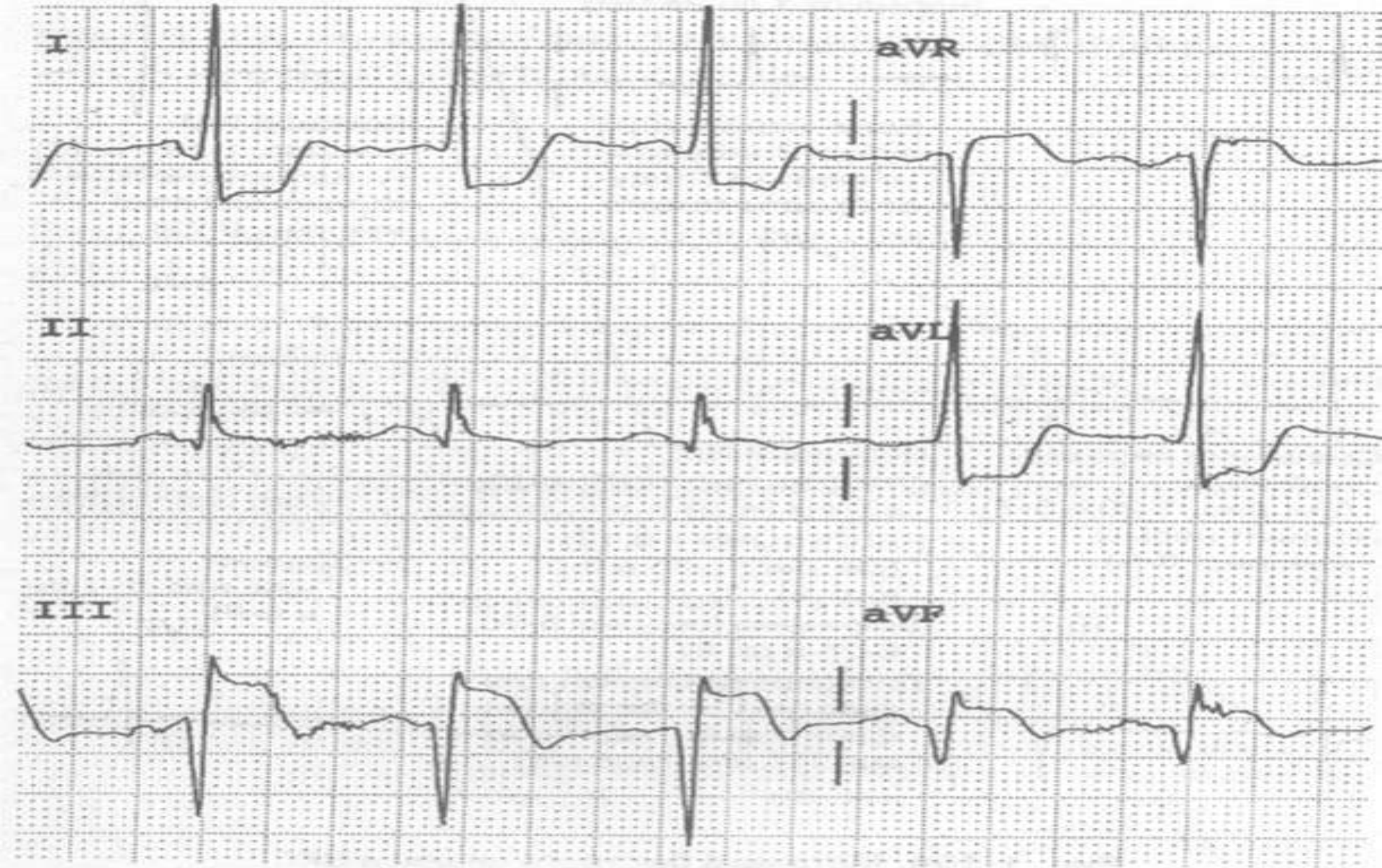
- от нескольких часов до дня
- выраженный, быстро увеличивающийся рост сегмента ST вместе с зубцом Т в виде монофазной кривой
- уменьшение амплитуды зубца R.
- признаки ишемии и повреждения часто сочетаются
- может возникнуть закупорка правой или левой ноги или ее ветвей, так называемая перинфарктная блокада

ЭКГ стадии ИМ

Острая стадия (ишемия, повреждение и некроз)



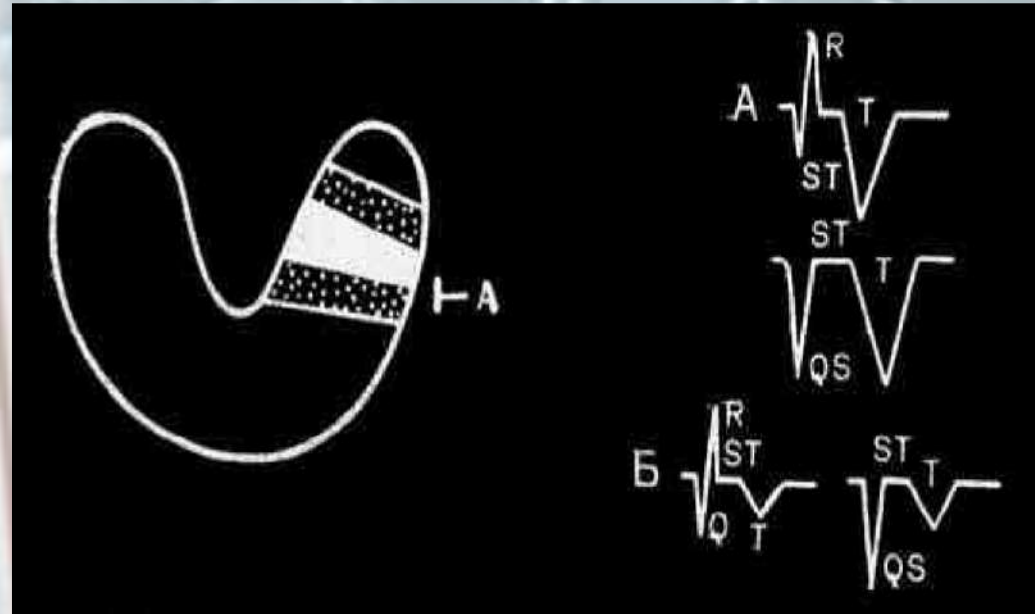
- 2-3 недели, иногда значительно меньше
- формирование патологического зубца Q заканчивается
- амплитуда зубца R уменьшается
- в динамике сегмент ST постепенно приближается к контуру, инверсия зубца T увеличивается.
- в конце острой стадии сегмент ST находится в изолинии, волна T глубокая, отрицательная.



Типичные признаки острого нижнего инфаркта с появлением патологических зубцов Q: исчезновение зубцов R в отведениях III и aVF (т. е. патологические зубцы Q в сочетании со значительной элевацией сегмента ST в отведениях III и aVF). Минимальная элевация в отведении II и реципрокная депрессия ST в отведениях I и aVL.

ЭКГ стадии ИМ

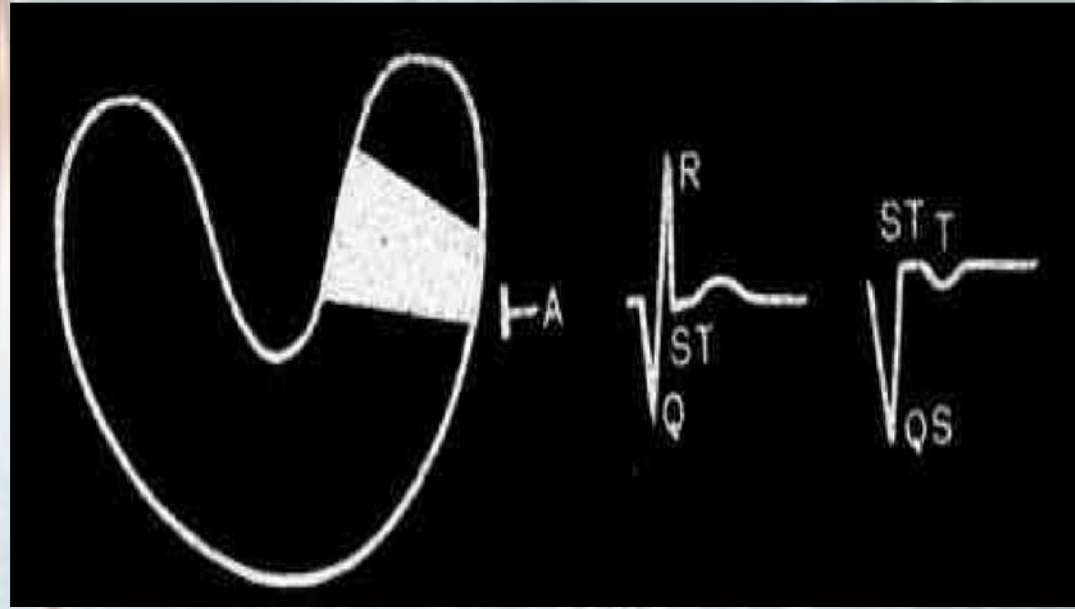
Подострая стадия (Некроз и ишемия)



- 3-8 недель
- патологическая зубец Q, отрицательная зубец T, сегмент ST - на изолинии.
- в динамике - постепенное уменьшение инверсии зубца T и изменений в комплексе QRS из-за ремоделирования миокарда, увеличение зубца R или его появление, если процесс проникает, возможно

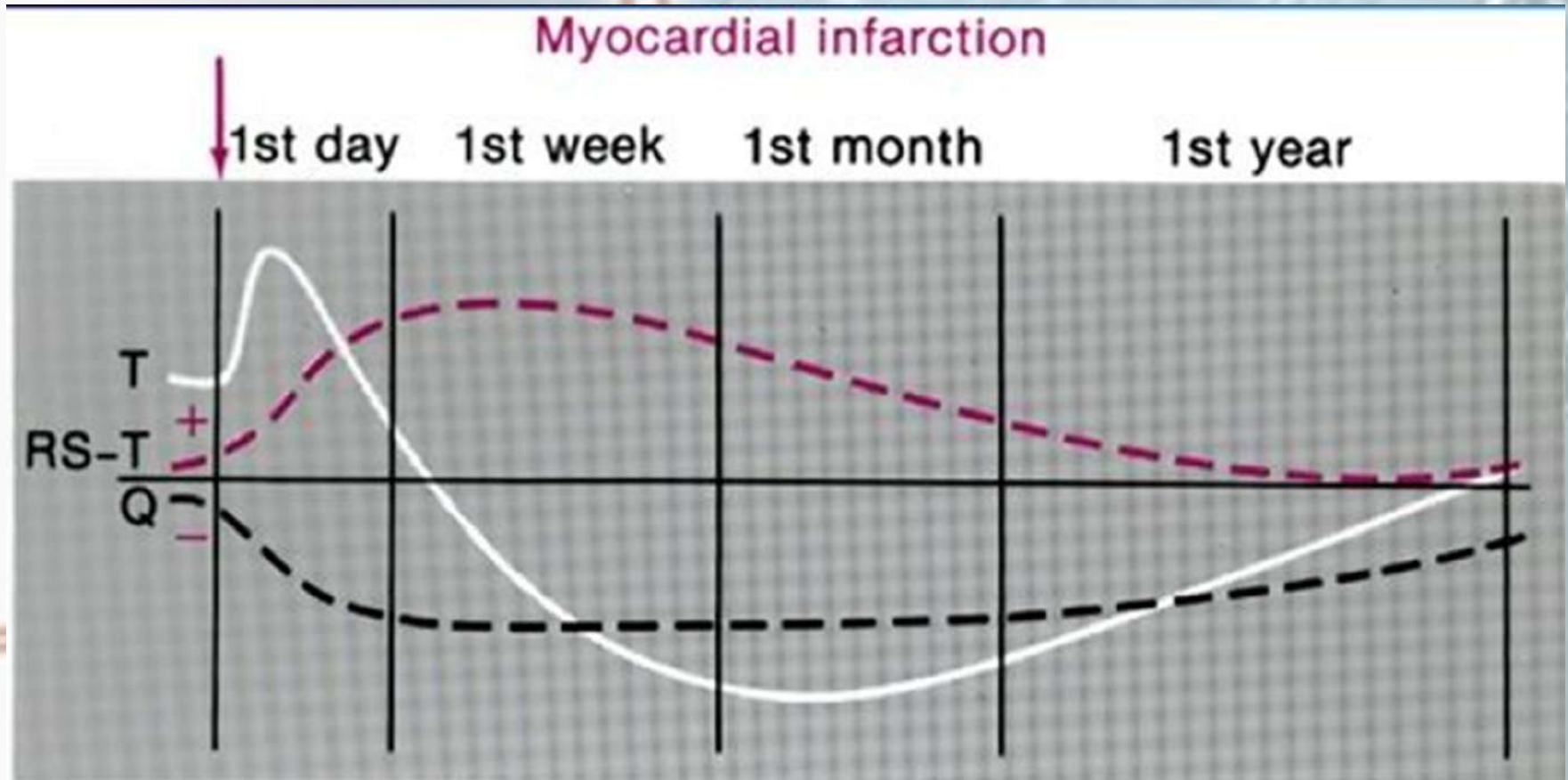
ЭКГ стадии ИМ

Рубцовая стадия



- Около 1 года
- Рубцовая ткань ведет себя электрофизиологически так же, как зона некроза, то есть она не возбуждается и не создает ЭДС. В связи с этим суммарный вектор желудочкового возбуждения направляется от рубцового поля.
- Рубцовая ткань сжимает здоровые соседние участки миокарда, которые остаются нетронутыми. Кроме того, одновременно с образованием рубца происходит компенсаторная гипертрофия оставшихся мышечных волокон. Все это приводит к уменьшению площади бывшего инфаркта.
- Патологическая зубец Q, уменьшение амплитуды зубца R, расположение сегмента ST на контуре, устойчивая зубец T
- Признаки могут сохраняться на всю жизнь, но могут исчезать со временем из-за развития компенсаторной гипертрофии левого желудочка, внутрижелудочковой блокады, инфаркта миокарда на противоположной стенке или по другим причинам

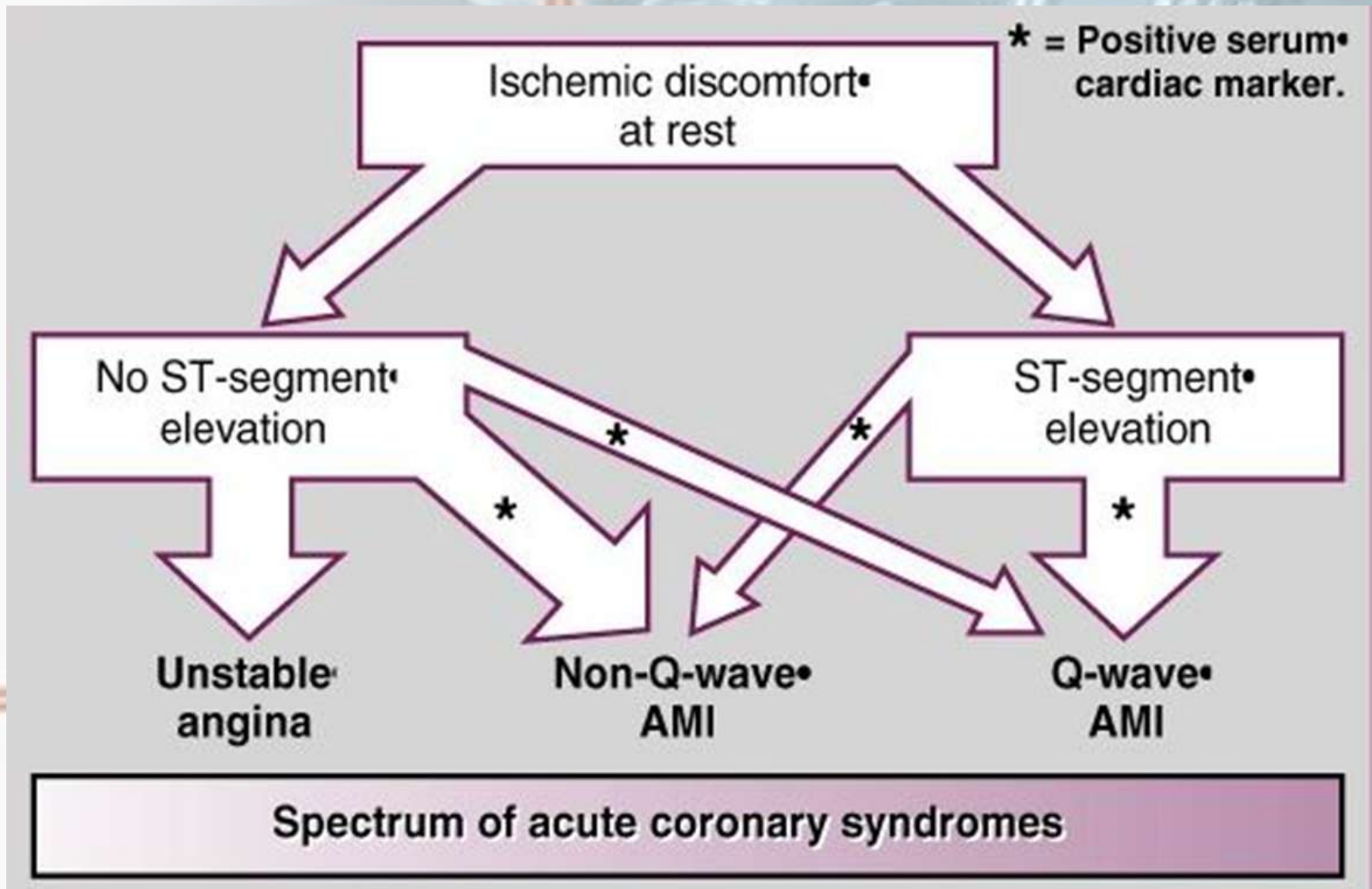
ЭКГ стадии ИМ



ЭКГ - не окончательный диагноз инфаркта миокарда!

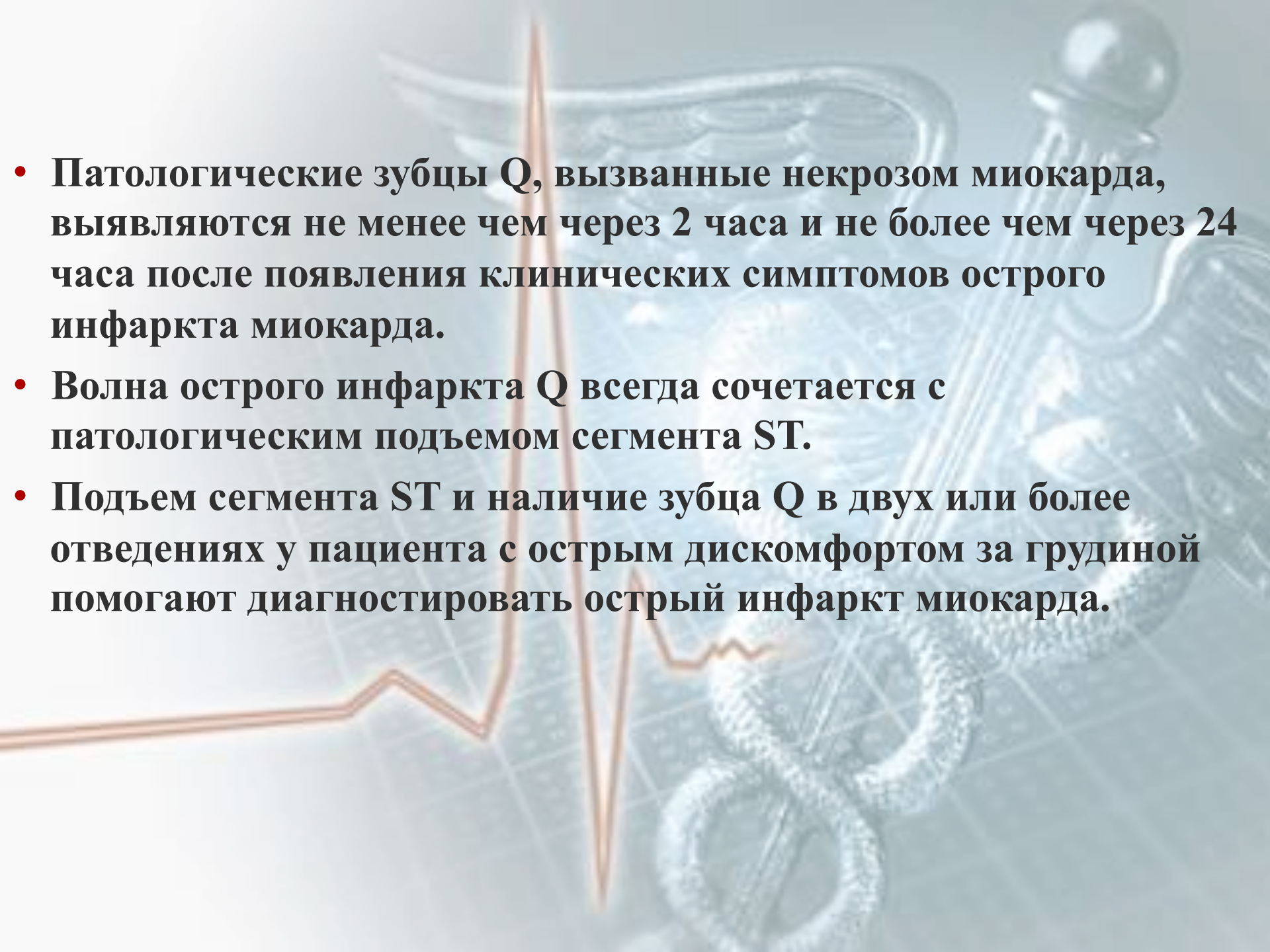
- Для диагностики вам необходимо:
- Клиника,
- Биохимия,
- ЭКГ

Острый коронарный синдром



Абсолютными критериями ЭКГ инфаркта миокарда являются:

- **Наличие Q больше 0,03 с в двух или более последовательных отведениях V1 - V3**
- **Волна Q составляет более 1 мм в двух или более последовательных отведениях I, II, aVL, aVF, V1 - V3.**

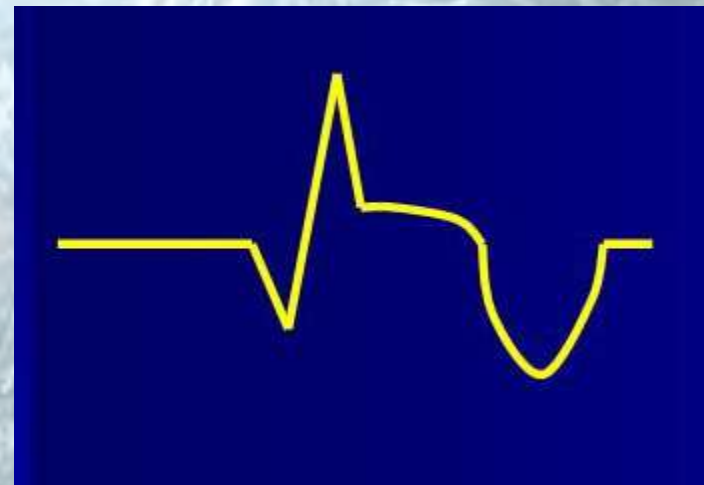
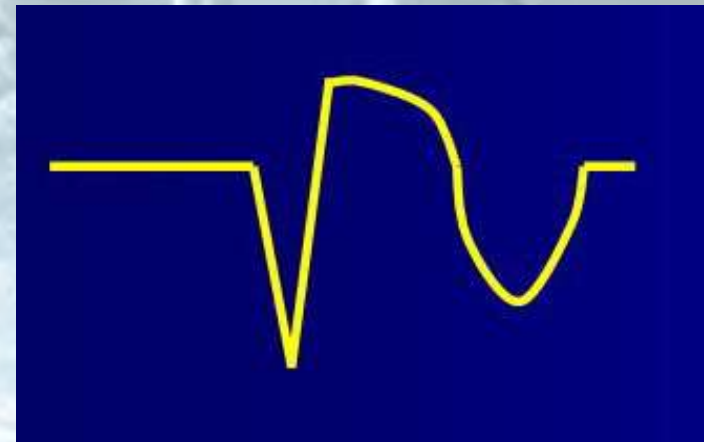
- 
- Патологические зубцы Q, вызванные некрозом миокарда, выявляются не менее чем через 2 часа и не более чем через 24 часа после появления клинических симптомов острого инфаркта миокарда.
 - Волна острого инфаркта Q всегда сочетается с патологическим подъемом сегмента ST.
 - Подъем сегмента ST и наличие зубца Q в двух или более отведениях у пациента с острым дискомфортом за грудиной помогают диагностировать острый инфаркт миокарда.

The background of the slide is a light blue gradient. It features a faint, large-scale ECG (heart rate) line in a reddish-brown color. Overlaid on this is a faint, stylized caduceus (a staff with two snakes entwined and wings at the top) in a light blue or silver tone. The text is centered within a white rectangular box.

ИМ с зубцом Q
&
ИМ без зубца Q

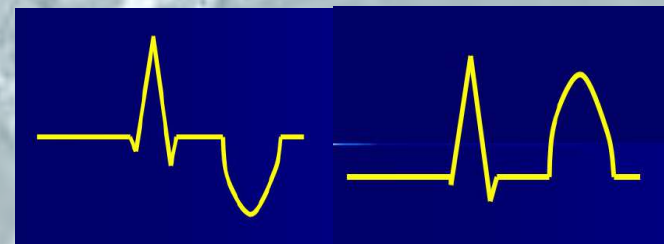
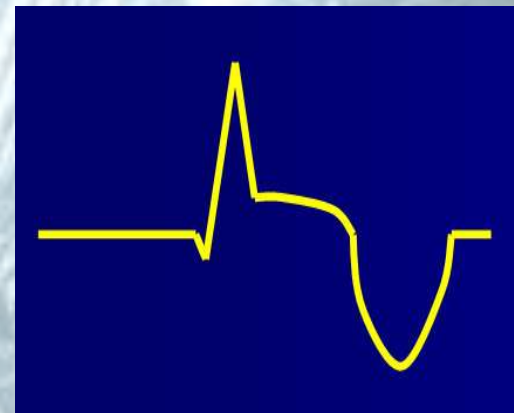
Диагноз ИМ с зубцом Q

- При трансмуральном инфаркте миокарда весь миокард под электродом теряет способность возбуждаться - образуется QS.
- При крупноочаговом ИМ вектор пораженной части миокарда выпадает - образуется патологическая зубец Q, вектор сохраненной части миокарда приводит к образованию r-волны с низкой амплитудой.



Диагноз ИМ без зубца Q

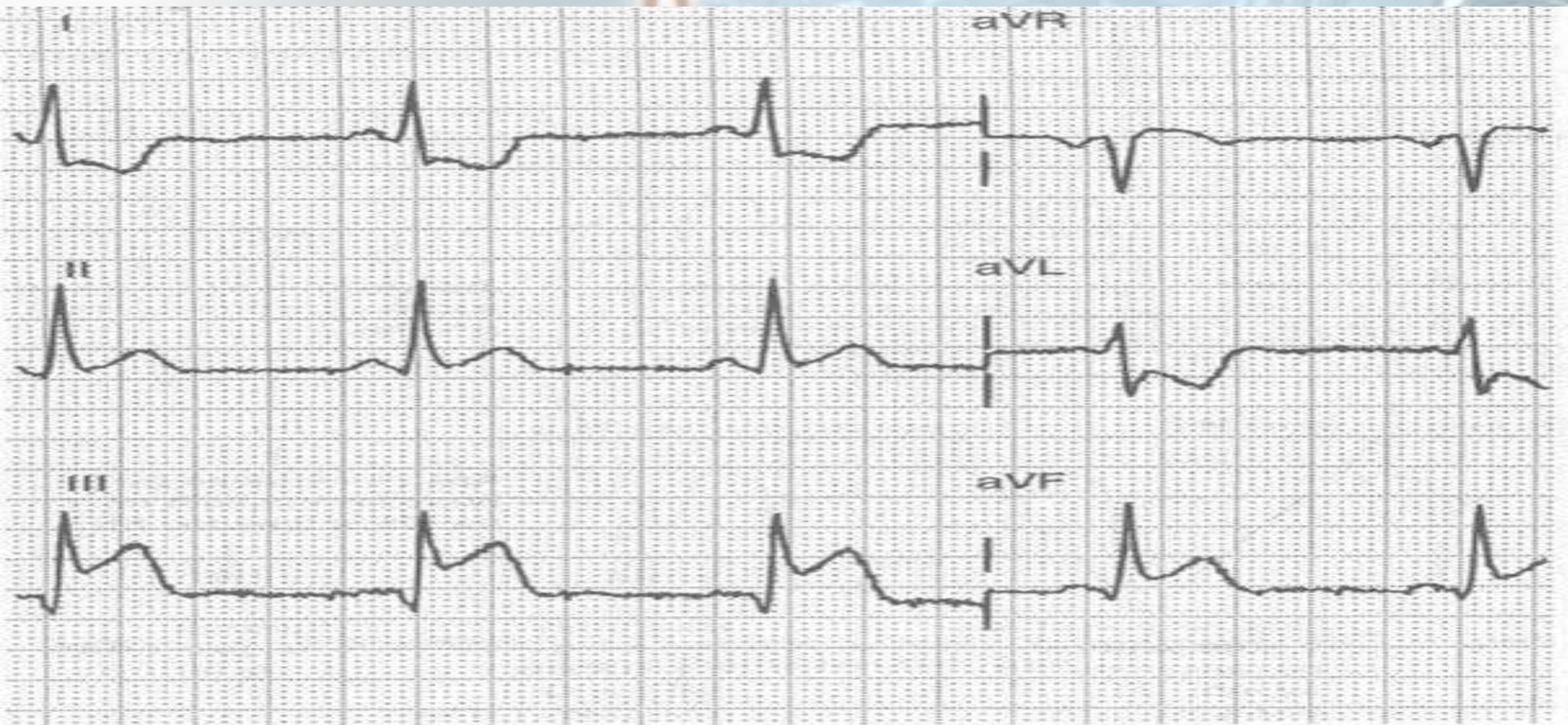
- При субэндокардиальном инфаркте миокарда диагностически значимая депрессия сегмента ST и изменения зубца T сохраняются в течение 48 часов с увеличением активности фермента и последующей динамикой, возможно уменьшение амплитуды зубца R.
- При интрамуральном инфаркте миокарда - повышении сегмента ST и изменении зубца T в течение не менее 48 часов с увеличением активности фермента и последующей динамикой возможно уменьшение амплитуды зубца R.
- При небольшом очаговом ИМ инверсия зубца T, продолжающаяся не менее 48 часов, впоследствии естественным образом изменяется и сопровождается повышением активности соответствующих ферментов.



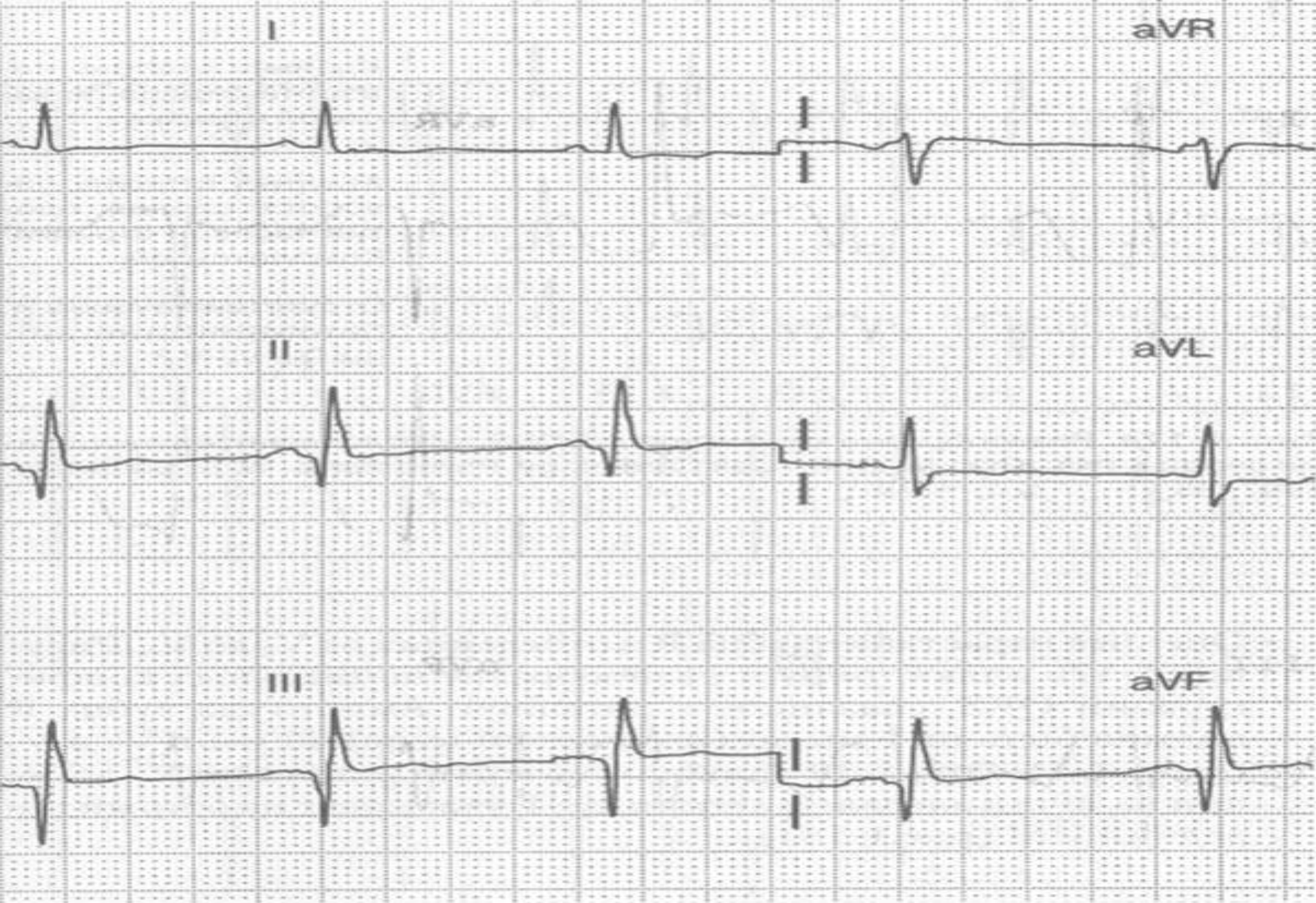
ЭКГ диагноз в зависимости от локализации ИМ

- **Передний перегородочный инфаркт миокарда - аномальная зубец Q в отведениях с V1-V3**
- **ИМ передней стенки - RS в V1, затем QS, QR в отведениях от V2 до V4**
- **Переднелатеральный ИМ - патологические зубцы Q в отведениях от V1 до V6, I, aVL**
- **МИ латерально - патологические зубцы Q в отведениях I, aVL V5-V6**
- **МИ нижней стенки - патологические зубцы Q в отведениях II, III, aVF**
- **ИМ задней стенки почти всегда обнаруживается в сочетании с нижним инфарктом миокарда. Высокие волны R с депрессией сегмента ST с положительным T в V1, V2 и V3. Прямые признаки задней стенки обнаруживаются в дополнительных отведениях (дорзались). Волна Q должна присутствовать в отведениях II, III, aVF**

Острый ИМ нижней стенки

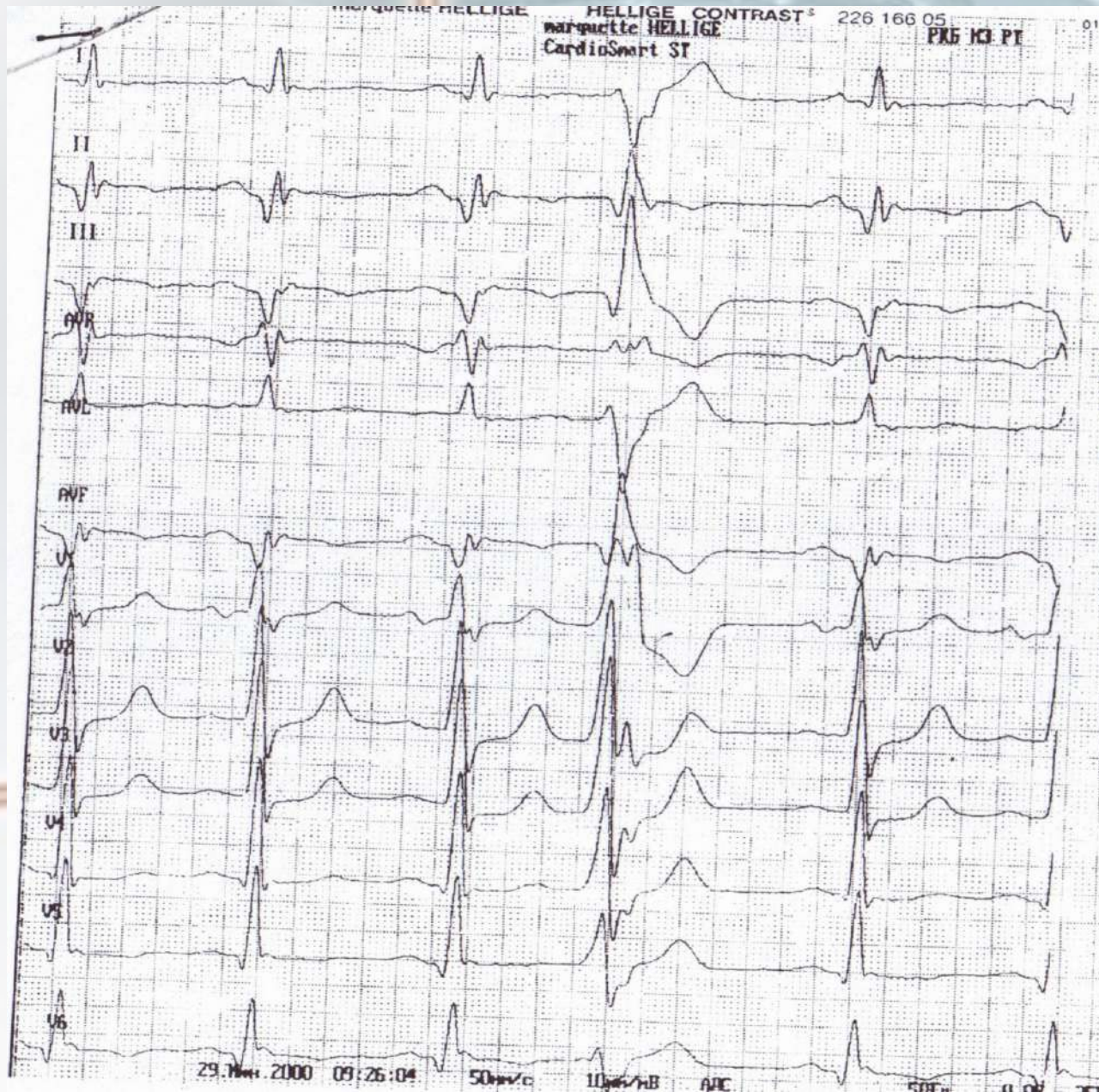


Выраженная элевация сегмента ST в отведениях II, III и aVF с реципрокной депрессией в отведениях I и aVL: острый инфаркт нижней стенки

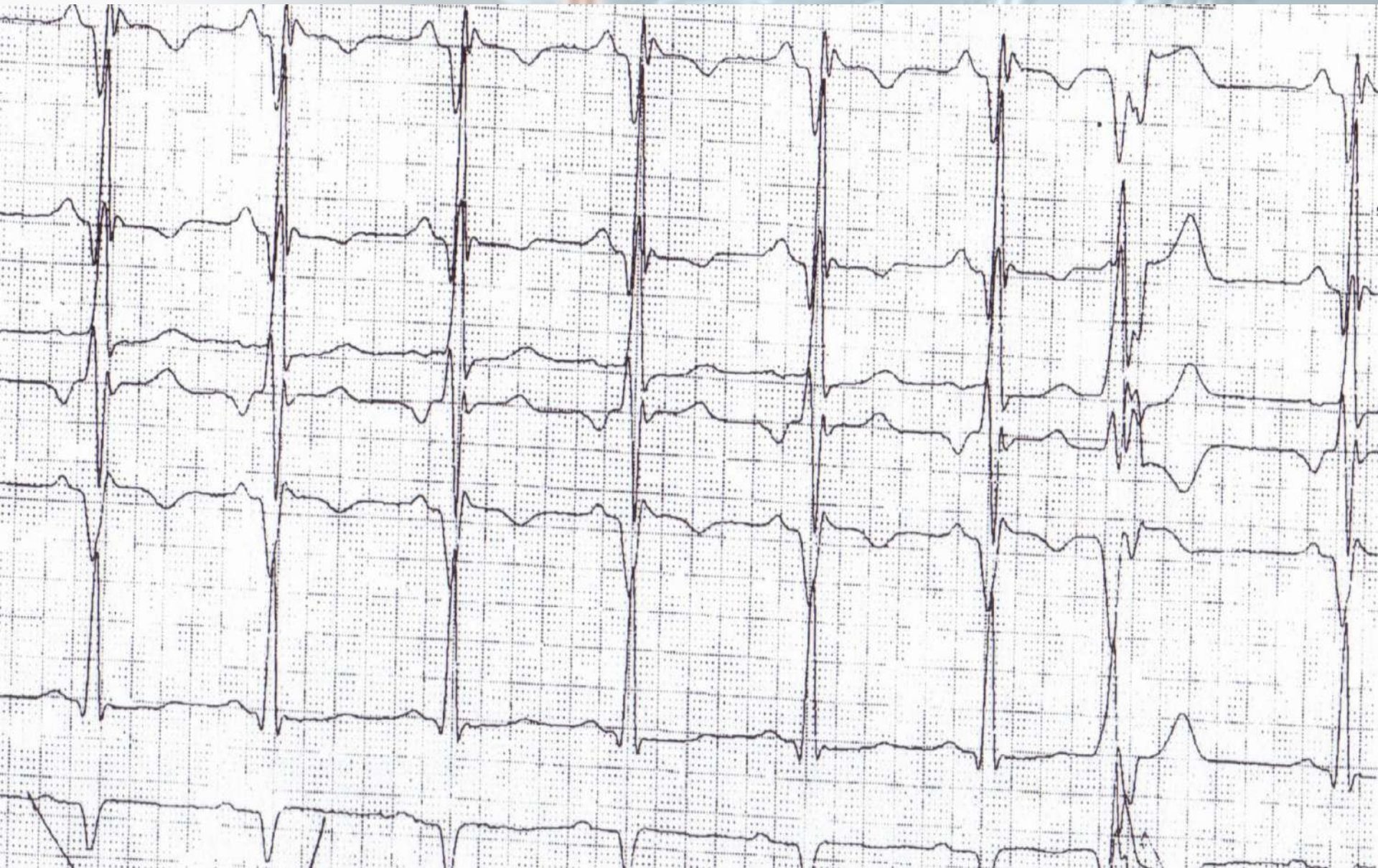


Широкие, глубокие зубцы Q в отведениях II, III и aVF, сегмент ST изoeлектричен: давний ИМ нижней стенки

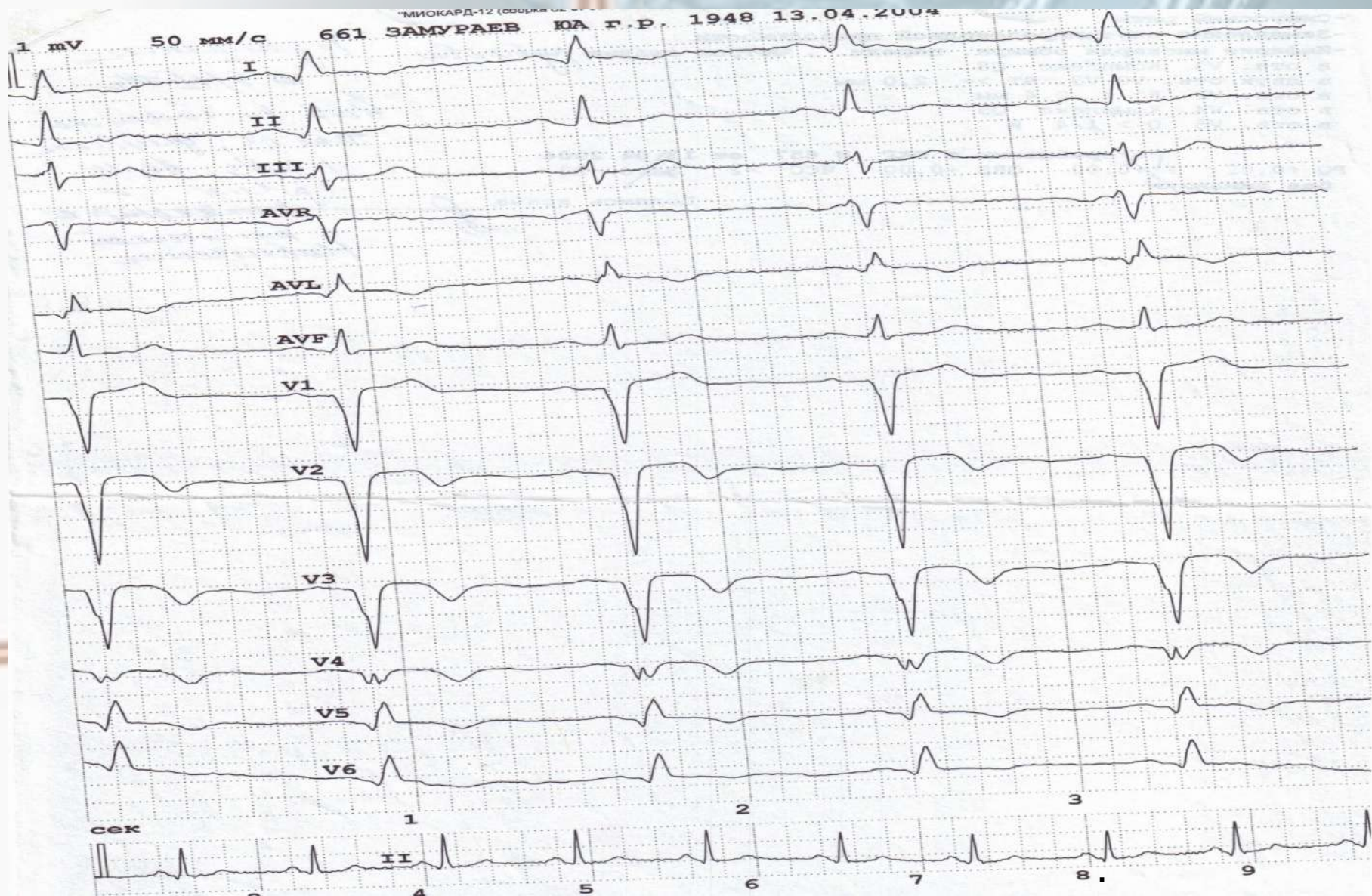
Нижне-задний ИМ



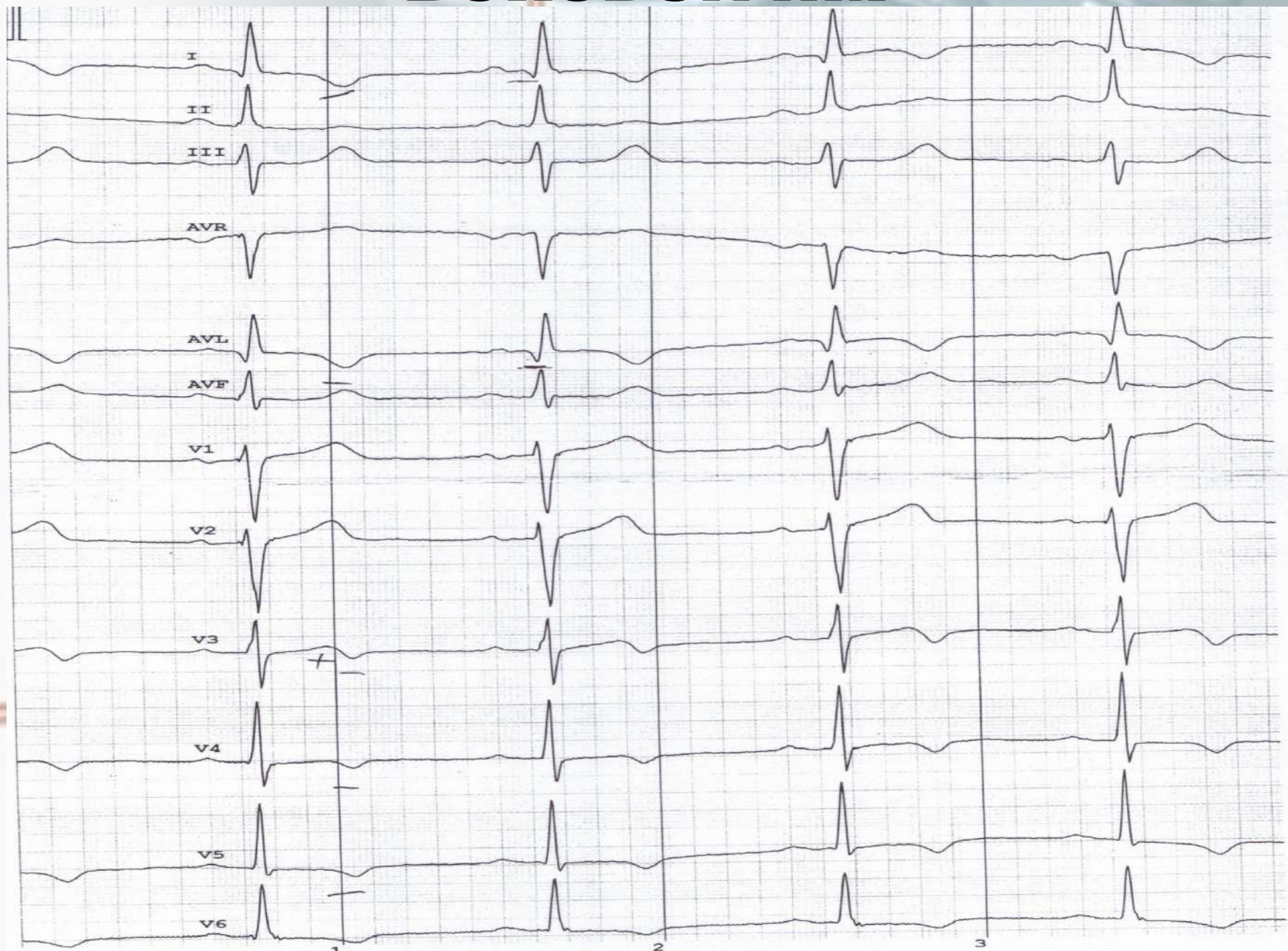
Нижне-задний ИМ



Передне-перегородочный ИМ



Боковой ИМ



Трудности ЭКГ диагностики ИМ

- **отсутствие типичных изменений ЭКГ в начале ИМ**
- **МИ без патологической зубца Q**
- **локализация инфаркта миокарда, при котором отсутствуют прямые изменения в нормальных отведениях ЭКГ**
- **переднезадний инфаркт миокарда**
- **повторный инфаркт**
- **межжелудочковая блокада**
- **Синдром WPW**
- **Легочная эмболия**
- **изменения сердечного приступа при других заболеваниях и состояниях**

Атипичные изменения ЭКГ

- **Задержка ЭКГ по отношению к боли**
- **Патологическая зубец Q формируется поздно, если вообще**
- **Взаимные изменения ЭКГ могут появиться раньше, чем прямые**
- **Нормальная ЭКГ не исключает ОИМ**

Задне-базальный ИМ

- **Прямых изменений в общепринятых 12 отведениях нет, они могут быть обнаружены только в дополнительных отведениях V7-V9.**
- **Взаимные изменения ЭКГ проявляются в увеличении амплитуды волн R и T в отведениях V1-V3.**
- **При повреждении верхних переднелатеральных частей левого желудочка прямые следы инфаркта миокарда обнаруживаются в грудных отведениях ЭКГ, взятых двумя ребрами выше.**

Повторный ИМ

- **Изменения ЭКГ зависят от местоположения, стадии и размера.**
- **Расположение нового очага некроза вдали от предыдущего обычно не затрудняет диагностику.**
- **Если очаг некроза возникает на противоположной стенке, признаки предыдущего и нового инфаркта миокарда на ЭКГ могут полностью выравнивать друг друга.**
- **Возникновение повторного инфаркта миокарда в области рубца приводит к различным изменениям реполяризации.**
- **Любая динамика ЭКГ в области рубца всегда подозрительна и заставляет задуматься о инфаркте миокарда.**

The background of the slide features a light blue grid. Overlaid on this grid is a red ECG (heart rate) line that starts from the left edge and moves towards the center. In the upper right quadrant, there is a faint, stylized image of a caduceus, which is a medical symbol consisting of a staff with two snakes entwined and wings at the top.

Дифференциальный диагноз ИМ

Причины инфарктоподобных изменений

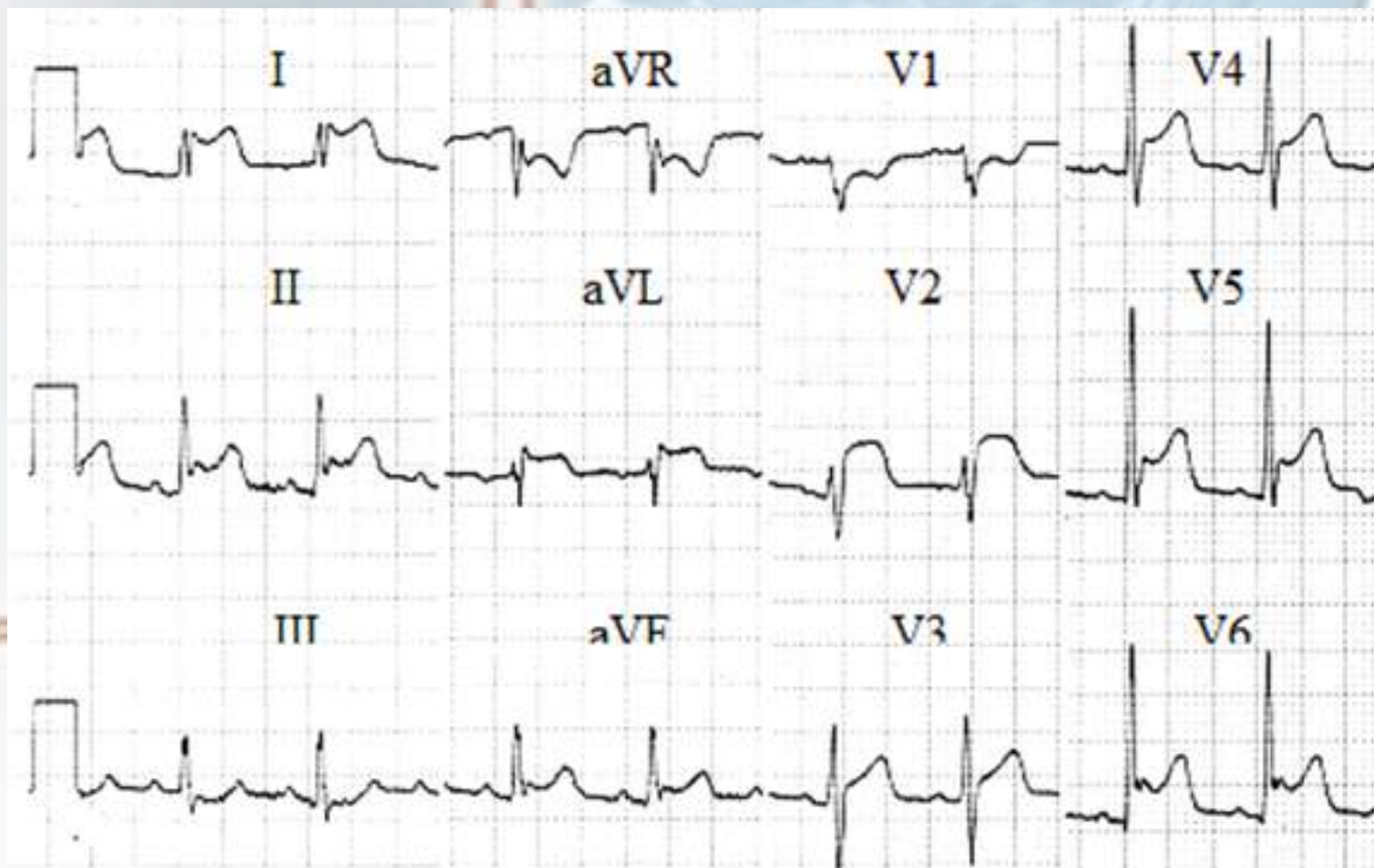
- острый перикардит
- острый миокардит
- нарушения обмена веществ
- гипертрофия миокарда
- блокада филиалов
- thromboembolism
- острый панкреатит,
- опьянение
- аневризма левого желудочка
- инсульт и т. д.

Изменения сегмента ST могут быть вызваны рядом причин:

- **неправильное размещение электродов**
- **ишемия**
- **дисбаланс электролитов**
- **аритмий**
- **миокардит**
- **перикардит**
- **внутрижелудочковые нарушения проводимости**
- **кардиомиопатия**
- **легочная эмболия**
- **пить холодную воду**
- **гипервентиляция**
- **употребление наркотиков, злоупотребление алкоголем.**

- Так, при остром перикардите повышение сегмента ST наблюдается в тех отведениях, где комплекс QRS направлен вверх, чаще носит согласующий характер, сопровождается значительным уменьшением амплитуды зубов ЭКГ и их электрического чередования. Взаимная депрессия практически отсутствует.

Перикардит

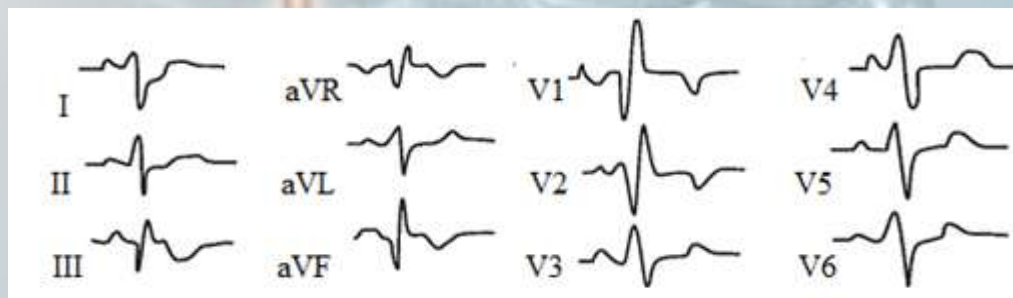


- **Электрокардиографическая картина аневризмы левого желудочка характеризуется отсутствием или замедлением обратной динамики положения сегмента ST («замороженная» ЭКГ). Сохранение элевации сегмента через 4 недели указывает на аневризму левого желудочка.**
- **Блокада блокады левой ножки пучка Гиса почти всегда сопровождается патологическим подъемом ST в отведениях V1-V4 и может имитировать острый инфаркт миокарда.**

- **Гипертрофия левого желудочка может проявляться отсутствием зубца R в отведениях V1-V3, иногда с увеличением сегмента ST.**
- **Легочная эмболия может проявляться повышением ST, тромбоэмболия мелких ветвей легочной артерии может сопровождаться только депрессией сегмента ST и сглаженной, сплюснутой зубцом T во многих отведениях ЭКГ.**
- **Кокаин, злоупотребление может вызвать повышение сегмента ST. Гипокалиемия характеризуется депрессией сегмента ST, инверсией зубца T, удлинением интервала Q-T.**

- При гиперкалиемии наблюдаются высокие узкие зубцы Т и укороченный интервал Q-T.
- Изменения ЭКГ чаще встречаются у пациентов с миокардитом, чем клинические проявления и имеют определенную стадию. В начале заболевания определяется уменьшение амплитуды зубцов Р, R, Т, депрессии или подъема сегмента ST, которые впоследствии постепенно восстанавливаются. Редко у пациентов с острым миокардитом регистрируются патологические зубцы Q и уменьшение амплитуды зубцов R, что наряду с увеличением ферментов миокарда указывает на некроз кардиомиоцитов.

ТЭЛА



Инсульт

